

Comparison of floral fragrance components of species of <i>Encyclia</i> and <i>Prosthechea</i> (Orchidaceae) from Soconusco, Southeast Mexico	
ALEJANDRO DEL MAZO CANCINO & ANNE DAMON	83
Cien años de la Sociedad Alemana de Orquideología (1906-2006)	
CARLOS O. MORALES	91
Nuevos taxa en Grammitidaceae (Pteridophyta) de Costa Rica	
ALEXANDER FCO. ROJAS ALVARADO	95
Diez especies nuevas de <i>Guarea</i> (Meliaceae) de Nicaragua, Costa Rica y Panamá	
ALEXANDER RODRÍGUEZ	101
Hibridación interespecífica en <i>Passiflora</i> (Passifloraceae), mediante polinización manual, y características florales para la polinización	
WILLIAM RAMÍREZ B.	123
Una nueva especie de <i>Swartzia</i> (Leguminosae) de Costa Rica	
NELSON A. ZAMORA & DANIEL SOLANO	133
Análisis taxonómico de las especies de plantas introducidas en Costa Rica	
EDUARDO CHACÓN & GUIDO SABORÍO-R.	139
Variación anual de la composición química del aceite esencial de <i>Lippia alba</i> (Verbenaceae) cultivada en Costa Rica	
JOSÉ F. CICCIO & RAFAEL A. OCAMPO	149
Una nueva especie de <i>Justicia</i> (Acanthaceae) del sur de Costa Rica	
JORGE GÓMEZ-LAURITO	155
Reseña de libro	
En busca de Karl Hoffmann	
CARLOS O. MORALES	157

COMPARISON OF FLORAL FRAGRANCE COMPONENTS OF SPECIES OF *ENCYCLIA* AND *PROSTHECHEA* (ORCHIDACEAE) FROM SOCONUSCO, SOUTHEAST MEXICO

ALEJANDRO DEL MAZO CANCINO & *ANNE DAMON

*El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), apdo. postal 36, Carretera Aeropuerto Antiguo, Tapachula, Chiapas, México. adamon@tap-ecosur.edu.mx

ABSTRACT. We analyzed the volatile fragrance components of flowers of four species of *Prosthechea* and three species of *Encyclia*, from the lower and middle altitudes of Soconusco region in the southeast of Mexico. The flowers of *P. cochleata*, reported to be an autogamic species, produced no volatiles. *P. baculus*, *P. chacaoensis* and *P. radiata*, all of which have highly fragrant flowers, shared various volatile components, most notably, *p*-methyl anisole, *e*-ocimene, oxophorone, α -farnesene and benzyl benzoate. *E. adenocarpa* has lightly fragrant flowers, with hexadecene and *e*-nerolidol the major components, whereas the physically similar *E. parviflora* produced mainly 3,4,5-trimethoxybenzoic acid, methyl ester and only one other compound. *E. cordigera* is a highly fragrant species and produced relatively large amounts of *cis*-geraniol. Various volatile fragrance components were shared by these two, recently separated genera, especially benzaldehyde, *cis*-ocimene and *e*-ocimene. Similarities were greater between the *Prosthecheas* (excluding *P. cochleata*) than the *Encyclias*.

RESUMEN. Se analizaron los compuestos volátiles de flores de cuatro especies de *Prosthechea* y tres especies de *Encyclia*, de altitudes bajas y medianas de la región del Soconusco en el sureste de México. Las flores de *Prosthechea cochleata*, una especie considerada autogámica, no produjeron ningún compuesto volátil. *P. baculus*, *P. chacaoensis* y *P. radiata*, todas con flores muy aromáticas, comparten varios compuestos volátiles, especialmente *e*-ocimeno, α -farneseno, *p*-metil anisol, oxofocono y benzoato de bencilo. *Encyclia adenocarpa* tiene flores ligeramente fragantes y los compuestos principales son hexadeceno y *e*-nerolidol, mientras *E. parviflora*, que es morfológicamente similar, produjo cantidades notables de metil-éster del ácido 3,4,5-trimetoxibenzoico y un solo compuesto más. *E. cordigera* es una especie muy fragante y produjo cantidades relativamente grandes de *cis*-geraniol. Varios compuestos volátiles son compartidos por estos dos géneros recientemente separados, especialmente benzaldehído, *cis*-ocimeno y *e*-ocimeno. Hubo mayor similitud entre los compuestos de *Prosthechea* (excluyendo *P. cochleata*) que entre los de *Encyclia*.

KEY WORDS / PALABRAS CLAVE: *Encyclia cordigera*, *Encyclia adenocarpa*, *Encyclia parviflora*, *Prosthechea baculus*, *Prosthechea radiata*, *Prosthechea chacaoensis*, *Prosthechea cochleata*, epiphytic orchids, floral fragrance components.

INTRODUCTION

Laeliinae is a neotropical subtribe of the Orchidaceae, forming a complex taxonomic group with continuing work to define genera (de Oliveira Pires *et al.* 2003, van der Cingel 2001). Within this subtribe, *Prosthechea* was previously included in *Encyclia*, but was separated in 2000 supported by a series of morphological and molecular studies (van den Berg *et al.* 2000, Higgins 1997). The genera *Anacheilium* and *Hormidium* described by Withner & Harding (2004) were recognized as synonymous with *Prosthechea* (Higgins 1997).

At the time that Kaiser (1993) presented the most important compilation of orchid fragrances to date, *Prosthechea* was not separated from *Encyclia* and flowers of the genus were described as producing a recognizable “*Encyclia*” scent. Only two species discussed by Kaiser coincide with our study, and *E. adenocarpa* was described as having a notable ionone-rich scent, attractive from a distance, with major components benzyl and butyl caproate, hydroquinone dimethyl ether y β -ionone. *Prosthechea baculus* was particularly noted for the large amount of an

oxoisophorone dihydro derivative and corresponding epoxy diketone 54, (E)-ocimene, benzaldehyde and 2,2,6-trimethylcyclohex-2-en-1,4-dione. Genders (1977) and Frowine (2005) suggested that scents may be similar within orchid genera, at least to the human nose, and to the horticulturist, *E. cordigera* is described as producing a strong honey and vanilla scent, and *P. radiata* a strong spicy floral, coconut cream pie, carnation and hyacinth scent (Frowine 2005).

In this study we chemically analyzed the fragrances of 7 species of orchids from the coast and lower altitudes of Soconusco region in the southeast of Mexico: *Encyclia cordigera* (Kunth) Dressler, *Encyclia adenocarpa* (La Llave & Lex.) Schltr., *Encyclia parviflora* (Regel) Withner, *Prosthechea baculus* (Rchb.f.) W.E. Higgins, *Prosthechea radiata* (Lindl.) W.E. Higgins, *Prosthechea chacaoensis* (Rchb.f.) W.E. Higgins and *Prosthechea cochleata* (L.) W.E. Higgins. Two of these species (*P. cochleata*, *E. cordigera*) are included in the cladogram determined by Higgins (2000). All species of *Prosthechea* in our study are described as *Anacheilium* by Withner and Harding (2004) (*A. baculus*, *A. chacaoense*, *A. cochleatum*, *A. radiatum*), and are described as having strong fragrances and glycoside flavonoid crystals to make flowers more visible in dark areas; however, in Soconusco, these orchids are usually found in well-illuminated sites.

P. chacaoensis is the most common and widely distributed orchid species in the agroecosystems, secondary vegetation and forest fragments of Soconusco and *E. cordigera* is still fairly common and found scattered among the remaining trees on the coastal plain. *P. cochleata*, often described as a common species in the literature, is now extremely scarce in the region, outside of private collections (Damon & Colin 2005), and like both *P. baculus* and *P. radiata* is restricted to tropical forest fragments and coffee plantations above 800 m altitude. *E. adenocarpa* and *E. parviflora* are coastal species, found in tropical humid forests at the edge of mangrove swamps.

The study of orchid pollination is notoriously difficult, and particularly so for out of reach epiphytic species, and reports of pollination in the wild are scarce (Widmer *et al.* 2000, Pridgeon *et al.* 2005, Johnson *et al.* 2003). *Encyclia* and *Prosthechea*, are presumed to be pollinated by bees and wasps, although *P. vitellina* has been seen receiving visits by humming birds (Hágsater *et al.* 2005), which

are attracted by color, not scent. *E. cordigera* is reported to be pollinated by female carpenter bees (*Xylocopa* sp., Hymenoptera: Anthophoridae) (van der Cingel 2001) but there are very few reports of the pollination of other species of these two genera. We know very little about the mechanisms of pollination of these plants, which includes the production of fragrance to attract their elusive pollinators. This study is a contribution towards an understanding of the mechanism of pollinator attraction of Soconusco species of *Prosthechea* and *Encyclia*, and towards the continuing discussion regarding the taxonomic placement of these genera and the species presently allocated to them.

MATERIAL AND METHODS

The present study was carried out in two sites:

1. Orchidarium "Santo Domingo", situated in Ejido Santo Domingo in the municipality of Unión Juárez, Chiapas, at 900 m (15°01'48"N and 92°06'21"W). Average annual temperature is 23°C with 4700 mm annual precipitation.

2. Botanical Garden "El Soconusco" (ECOSUR), situated in the community "La Guardianía", in the municipality of Tuzantán, Chiapas, at 180 m (15°08'44"N and 92°25'25"W). Average annual temperature is 28°C with 2300 mm annual precipitation.

Biological Material:

In this study, we collected fragrances from fully opened flowers of *E. cordigera*, *E. parviflora*, *E. adenocarpa*, *P. baculus*, *P. chacaoensis*, *P. radiata* and *P. cochleata*. The flowers were handled with great care to avoid bruising. Three fragrance samples were taken for each species of orchid.

The volatiles were collected using the technique "dynamic aeration" ("headspace") (Damon *et al.* 2002), in which the flowers were placed into specially designed glass chambers (40 x 13 cm for large inflorescences and 20 x 13 for small ones) and the fragrance was collected by an air flow passing through the chamber at 1 l/min. To avoid contamination, the air was purified using activated carbon before passing into the interior of the chamber. The fragrances were absorbed into 0.2 g of Porapak Q (100/120 mesh, Water Associates, Inc., Milford, USA) contained in clean Pasteur pipettes, and before each collection the Porapak Q was cleaned using the procedure described by Blight (1990).

The fragrance samples were collected during a period of at least 2 hours in the morning, between 9 and 12 am. After collection, the pipettes containing the samples were transported in ice packs to the laboratory in ECOSUR-Tapachula, where the volatiles contained in the Porapak Q were eluted with 200 µl diethyl ether (HPLC grade, Aldrich, Toluca, Mexico). The samples were stored at -20°C until the chemical analysis could be carried out.

Chemical analysis of the fragrances was carried out using a Gas Chromatograph CP-3800 coupled to Mass Spectrometer (SATURN 2000, VARIAN Palo Alto, CA, USA). The samples were analysed using a non-polar capillary column VF-5MS (30 m x 0.25 mm ID, VARIAN). The gas carrier was helium flowing at 1 ml/min. The injection port temperature was held at 200°C, with an analysis program that began at 50°C for 2 minutes, followed by a ramp of 10°C/min until 250°C which was maintained for 10 min. The compounds were identified by comparison with the Kovacs Index (KI), the mass spectra of the standards, and the NIST 05 library, incorporated into the equipment.

The synthetic chemical compounds that were used as standards were obtained from Sigma-Aldrich (Toluca, México) and Bedoukian Research (Danbury, CT, USA) with 98% chromatographic purity.

RESULTS

A total of 42 volatile compounds were found in the fragrances of the three species of *Encyclia* studied: 30 for *E. cordigera*, 20 for *E. adenocarpa* and 2 for *E. parviflora* (Table 1.). The chemical analysis of the fragrances showed that the major components for *E. cordigera* were *cis*-geraniol (49.76%), followed by benzyl benzoate, indole and *e*-ocimene; for *E. adenocarpa* major components were hexadecene (39.39%) and *e*-nerolidol (13.75%), followed by indole, methyl-methylaminobenzoate, *e*-ocimene and dodecanol, whereas *E. parviflora* had only two compounds, 3,4,5-trimethoxybenzoic acid, methyl ester (89.96%) and *p*-vinyl anisole (10.04%).

Similarly, for *Prosthechea* (Tabla 2), a total of 44 fragrance components were identified. The fragrance of *P. baculus* had 27 components, of which *e*-ocimene (28.12%) and phenethyl acetate (28.21%), followed by methyl salicylate, phenethyl alcohol, *p*-methyl anisole and *e*-nerolidol were the major ones. For *P. radiata*, with 26 components, *p*-methyl anisole (38.96%), *e*-

ocimene (27.15%) and benzyl benzoate (12.45%) were the most important and for *P. chacaoensis*, also with 26 components, *e*-ocimene (46.06%), *p*-methyl anisole (25.2%), cresol and benzyl benzoate were the most abundant. Headspace samples taken from flowers of *P. cochleata* contained no volatiles.

DISCUSSION

P. cochleata is irregular within *Prosthechea* and within *Anachaelium* (Withner & Harding 2004) as it produces a barely detectable scent, however, this species is reported to be autogamic (van der Cingel 2001) and indeed, no insects or birds have been seen visiting this species in Soconusco. As an autogamous species with no scent, it was not included in the inter- and intrageneric comparisons.

Various volatiles were shared by *P. baculus*, *P. chacaoensis* and *P. radiata*, all of which have highly fragrant flowers, most notably, *p*-methyl anisole, *e*-ocimene, oxophorone, α -farnesene and benzyl benzoate. Several more compounds were found in the fragrances of two of the species. Our fragrance samples of *P. baculus* contained (E)-ocimene, benzaldehyde as mentioned by Kaiser (1993), but other volatiles were absent.

The composition of the fragrances produced by the three species of *Encyclia* was very different. *E. adenocarpa* has lightly fragrant flowers, with hexadecene, *e*-nerolidol and phenylformide the major components, whereas the physically similar *E. parviflora* produced mainly 3,4,5-trimethoxybenzoic acid, methyl ester and only one other compound. *E. cordigera* is a highly fragrant species and produced relatively large amounts of *cis*-geraniol. None of the volatile components of the fragrance of *E. adenocarpa* reported by Kaiser (1993) (benzyl and butyl caproate, hydroquinone dimethyl ether and beta ionone) were found in our samples.

Excluding *P. cochleata*, the only volatile fragrance components shared by all the species studied of these two, recently separated genera were: *e*-ocimene which was a major component in the *Prosthecheas*, myrcene, produced in variable quantities, and benzaldehyde, 6-methyl-5-hepten-2-one, limonene, benzyl benzoate, *z*-ocimene, linalool, nonanal, *allo*-ocimene, *cis*-geraniol, geraniol, indole, α -farnesene and *e*-nerolidol, which were produced in small quantities. These substances are also reported in other orchids (Kaiser 1993) and

may be common in the Orchidaceae in general. Some of the volatile substances found in the fragrances of the *Encyclias* (e.g. eugenol, vanillin, benzyl benzoate and methyl salicylate) are important attractants for Euglossine bees, which may explain the occasional visit to these flowers by species of *Euglossa*, *Eulema*, *Eufriesia* and *Exaerate* bees. These substances that are attractive to non-habitual pollinators may be effectively "switched off" by the presence of other substances, but during times of pollinator scarcity may offer flexibility to orchids by facilitating a switch to a new pollinator, and result in a change of selection pressures leading to a change in fragrance composition.

Allo-ocimene was found in the fragrances of *P. radiata*, *P. chacaoensis* and *E. adenocarpa*. This substance occurs in nature in various isometric structures (Dunphy 2006) and this is the first time it has been reported in orchid fragrances.

Indole is one of the few nitrogenous compounds found in orchid scents (Kaiser 1993) and it was present in small quantities in *P. baculus* and *P. radiata* and larger quantities in *E. cordigera* and *E. adenocarpa*. The presence of nitrogen in fragrances of epiphytic orchids which are often resource limited is interesting and may act either as a repellent to prevent ants accessing flowers (Ghazoul 2001), or as a volatile present in extrafloral nectaries. This compound is also found in the fragrance of *Acacia* sp. (Leguminosae, Flath *et al.* 1983) which are notorious for their interactions with ants. Indole is present in glandular secretions of some species of ants. Other components of orchid fragrances, such as limonene and geraniol are alarm pheromones for different species of ants (Holldobler & Wilson 1990).

Encyclia parviflora only produces two components in its scent, and the major component, 3,4,5-trimethoxybenzoic acid, methyl ester has not been previously reported in orchids but has been found in ether extracts of *Leptospermum scoparium* Forst. & Forst., *Leptospermum ericoides* A. Rich. (Myrtaceae) and *Trifolium repens* L. (Leguminosae) (Seng *et al.* 1988) and has been shown to have antibacterial activity (Russell *et al.* 1990).

It remains to be seen whether other species of *Prosthechea* share similarities with *P. baculus*, *P. chacaoensis* and *P. radiata*, and whether other species of *Encyclia* also have such widely differing fragrance composition, which reflects the various

pollination syndromes found within this group and argues for continued research into the taxonomic affinities of these species. Furthermore, the study of orchid fragrances is in its infancy and requires detailed analysis of the chemical composition and function of each component, each of which must be justified within the plant's energy budget, especially in the case of resource-limited tropical epiphytic orchids.

REFERENCES

- van den Berg, C., W.E. Higgins, R.L. Dressler, W.M. Whitten, M.A.S. Arenas, A. Culham & M.W. Chase. 2000. A phylogenetic analysis of Laeliinae (Orchidaceae) based on sequence data from internal transcribed spacers (ITS) of nuclear ribosomal DNA. *Lindleyana* 15: 96-114.
- Blight, M.M. 1990. Techniques for isolation and characterization of volatile semiochemicals of phytophagous insects. In: McCaffery A.R. & I.D. Wilson (eds.). *Chromatography and Isolation of Insect Hormones and Pheromones*. Plenum Press, New York. p. 281-288.
- van der Cingel, N.A. 2001. An atlas of orchid pollination: America, Africa, Asia and Australia. Rotterdam, Netherlands: A.A. Balkema Publishers.
- Damon, A. & H. Colin-Martínez. 2005. El estado actual de las poblaciones de orquídeas en la región del Soconusco, Chiapas. *Boletín de la Asociación de Jardines Botánicos de México*, Amaranto 3: 2-16.
- Damon A., A. Santiesteban-Hernández & J.C. Rojas. 2002. Analysis of the fragrance produced by the epiphytic orchid *Anathallis* (*Pleurothallis*) *racemiflora* (Orchidaceae) in the Soconusco region, Chiapas, Mexico. *Lindleyana* 17: 93-97.
- Dunphy, P.J. 2006. Location and biosynthesis of monoterpenyl fatty acyl esters in rose petals. *Phytochemistry* 67: 1110-1119.
- Flath, R.A., T.R. Mon & G. Lorenz. 1983. Volatile components of *Acacia* sp. *Biossoms. J. Agri. Food Chem.* 31: 1167-1170.
- Frownine, S.A. 2005. *Fragrant orchids*. Portland, OR, Timber Press.
- Genders, R. 1977. *Scented flora of the world*. London, Robert Hale.
- Ghazoul, J. 2001. Can floral repellants pre-empt ant-plant conflicts? *Ecol. Letters* 4: 295-299.
- Hágsater, E., M. Soto, G. Salazar, R. Jiménez, M. López & R. Dressler. 2005. Las orquídeas de México. México, Instituto Chinoín.

- Higgins, W.E. 1997. A reconsideration of the genus *Prosthechea* (Orchidaceae). *Phytologia* 82: 370-383.
- Higgins, W.E. 2000. Intergeneric and intrageneric phylogenetic relationships of *Encyclia* (Orchidaceae) based upon homology. Ph.D. Thesis, Horticultural Sciences, University of Florida, GA.
- Holldobler, B. & E.O. Wilson. 1990. *The Ants*. Springer-Verlag, USA.
- Johnson, S.D., C.I. Meter, L.A. Nilsson & J. Agren. 2003. Pollination success in a deceptive orchid is enhanced by co-occurring rewarding magnet plants. *Ecology* 84: 2919-2927.
- Kaiser, R. 1993. *The scent of orchids: Olfactory and chemical investigations*. Netherlands, Elsevier.
- de Oliveira-Pires, M. de F., J. Semir, G.F. de A. Melo de Pinna & P. Felix. 2003. Taxonomic separation of the genera *Prosthechea* and *Encyclia* (Laeliinae: Orchidaceae) using leaf and root anatomical features. *Bot. J. Linn. Soc.* 143: 293-303.
- Pridgeon, A.M., P.J. Cribb, M.W. Chase & F.N. Rasmussen. 2005. *Genera Orchidacearum*. Vol. 4. U.K., Oxford University Press.
- Russell, K.M., P.C. Molan, A.L. Wilkins & P.T. Holland. 1990. Identification of some antibacterial constituents of New Zealand manuka honey. *J. Agric. Food Chem.* 38: 10-13.
- Seng-To Tan, P.T. Holland, A.L. Wilkins & P.C. Molan. 1988. Extractives from New Zealand Honeys. 1. White Clover, Manuka and Kanuka unifloral Honeys. *J. Agri. Food Chem.* 36: 453-460.
- Widmer, A., S. Cozzolino, G. Pellegrino, M. Soliva & A. Dafni. 2000. Molecular analysis of orchid pollinaria and pollinaria-remains found on insects. *Mol. Ecol.* 9: 1911-1914.
- Withner, C.L. & P.A. Harding. 2004. *The Cattleyas and their relatives: The debatable Epidendrums*. Portland, OR, Timber Press.

Table 1. Relative amounts of fragrance components of species of *Encyclia* from Soconusco Region, Chiapas, Mexico. 1. *E. cordigera*; 2. *E. adenocarpa*; 3. *E. parviflora*.

Compound	Relative amount (%)			
	KI	1	2	3
benzaldehyde **	977	0.79	0.33	-
6-methyl-5-hepten-2-one **	989	0.15	0.57	-
myrcene **	992	0.07	-	-
mesitylene **	1005	-	0.24	-
limonene **	1032	0.04	-	-
benzyl alcohol **	1046	2.38	-	-
<i>z</i> -ocimene**	1038	0.75	0.69	-
salicylaldehyde **	1048	0.41	-	-
<i>e</i> -ocimene *	1050	4.45	6.12	-
linalool **	1104	2.28	0.19	-
nonanal **	1108	0.1	0.76	-
<i>allo</i> -ocimene *	1133	-	0.21	-
<i>p</i> -vinylanisole *	1165	-	-	10.04
benzyl acetate **	1168	0.14	-	-
methyl salicylate **	1201	1.99	1.68	-
<i>cis</i> -geraniol **	1232	49.76	-	-
neral *	1246	2.78	-	-
geraniol **	1256	0.18	-	-
phenethylacetate **	1268	0.54	-	-
geranial **	1274	3.58	-	-
indole **	1319	5.57	7.1	-
propylaniline *	1308	-	0.72	-
benzyl butyrate **	1351	0.05	-	-
eugenol **	1364	1.54	1.44	-
neryl acetate **	1366	3.78	-	-
geranyl acetate **	1384	0.26	-	-
β -cubebene *	1403	-	0.14	-
1-tetradecene **	1407	-	0.89	-
vanillin **	1407	0.17	-	-
methyl-methylaminobenzoate *	1435	-	6.3	-
dodecanol **	1479	-	5.31	-
α -farnesene**	1511	-	0.37	-
<i>e</i> -nerolidol **	1571	0.67	13.75	-
hexadecene **	1607	-	39.39	-
2- <i>cis</i> ,6- <i>trans</i> -farnesol **	1706	0.77	-	-
β -sinensal *	1706	1.67	-	-
<i>trans</i> -farnesol *	1724	1.77	-	-
3,4,5-trimethoxybenzoic acid, methyl ester	1727	-	-	89.96
<i>cis</i> -farnesol *	1751	1.66	-	-
benzyl benzoate **	1781	6.73	-	-
1-octadecene **	1807	-	1.22	-
methyl hexadecanoate *	1928	3.81	-	-
KI = Kovacs Index - Absent Chemical identification ** Synthetic standards * Computer library NIST 05				

Table 2. Relative amounts of fragrance components of species of *Prosthechea* from Soconusco Region, Chiapas, Mexico. 1. *P. baculus*; 2. *P. radiata*; 3. *P. chacaoensis*; 4. *P. cochleata*.

Relative amount (%)					
Compound	KI	1	2	3	4
α -thujene *	931	2.54	0.45	-	-
α -pinene **	945	-	0.76	T	-
benzaldehyde **	977	T	0.38	0.64	-
sabinene *	984	-	0.29	-	-
6-methyl-5-hepten-2-one **	987	0.34	-	-	-
myrcene **	992	T	1.61	3.12	-
<i>p</i> -methyl anisole *	1032	4.77	38.96	25.2	-
limonene **	1032	T	0.63	0.34	-
<i>z</i> -ocimene **	1038	T	0.73	1.08	-
benzyl alcohol **	1046	T	-	-	-
1,8-cineole **	1047	T	-	-	-
<i>e</i> -ocimene *	1050	28.12	27.15	46.06	-
<i>m</i> -cresol **	1076	-	2.46	-	-
α -pinene oxide **	1077	T	-	-	-
cresol **	1077	-	-	9.88	-
isoterpinolene *	1083	-	0.43	-	-
<i>trans</i> -linalool oxide **	1097	-	0.56	-	-
linalool **	1104	2.08	-	-	-
nonanal **	1108	-	0.51	1.11	-
methyl benzoate **	1109	0.51	-	-	-
tetrahydro linalool *	1114	0.52	-	-	-
phenethylalcohol **	1128	4.87	-	-	-
<i>allo</i> -ocimene *	1133	-	0.71	0.77	-
<i>trans</i> -pinocarveol **	1139	-	0.15	-	-
<i>o</i> -dimethoxybenzene *	1151	3.22	-	-	-
oxophorone *	1154	1.14	4.46	3.03	-
<i>cis</i> -verbenol **	1164	-	1.3	-	-
<i>p</i> -dimethoxybenzene **	1176	-	0.34	-	-
decanal **	1211	-	0.32	1.33	-
methyl salicylate **	1214	7.09	-	-	-
<i>cis</i> -verbenone **	1232	-	1.26	-	-
phenethylacetate **	1268	28.21	-	-	-
geranial **	1277	-	0.59	-	-
indole **	1319	0.75	0.19	-	-
cinnamyl alcohol **	1330	-	2.38	-	-
1,2,4-trimethoxybenzene *	1378	1.13	-	-	-
(+)-longifolene **	1456	-	-	0.55	-
isoamyl benzoate **	1457	0.33	-	-	-
<i>e</i> -cinnamyl acetate **	1461	-	0.57	-	-
α -farnesene **	1511	2.99	0.37	0.27	-
phenylethyl tiglate **	1516	1.23	-	-	-
benzyl tiglate **	1516	3.11	-	-	-
<i>e</i> -nerolidol **	1571	4.04	-	-	-
benzyl benzoate **	1781	3.02	12.45	6.62	-
KI = Kovacs Index T – Trace - Absent Chemical identification ** Synthetic standards * Computer library NIST 05					

CIEN AÑOS DE LA SOCIEDAD ALEMANA DE ORQUIDEOLOGÍA (1906-2006)

CARLOS O. MORALES

Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, 2060 San José, Costa Rica, oldem@biologia.ucr.ac.cr

ABSTRACT. Hundred years of history of the German Orchid Society are here summarized.

RESUMEN. Se resumen cien años de historia de la Sociedad Alemana de Orquideología.

PALABRAS CLAVE / KEY WORDS: Sociedad Alemana de Orquideología / Deutsche Orchideengesellschaft (D.O.G.)

Cuando una organización se funda para un fin específico, a menudo una serie de factores y eventos contribuyen para alimentar el caos y la entropía que, con el tiempo, ejercen una enorme resistencia que impide la persistencia de la organización. En gran parte debido a ello es que muy pocas entidades alcanzan varias décadas, más difícil aún, siglos de existencia, superando ingentes obstáculos.

Tal es el caso de la Sociedad Alemana de Orquideología (*Deutsche Orchideengesellschaft* o D.O.G.), que alcanzó este año su centésimo aniversario después de haber superado dos guerras mundiales, una crisis económica mundial, una guerra fría y múltiples avatares que el mundo ha sufrido a lo largo de este último siglo tan intenso, tan oscuro y, a la vez, tan luminoso.

En octubre de 1905 se reunieron varios orquidófilos en Berlín, con el objetivo de „*unir a los orquidófilos alemanes en una sociedad y editar una revista, en la que ciencia y praxis de igual modo se expresen*“. Entre ellos estaban algunos nombres imborrables en la historia de la botánica, tales como el Prof. Dr. Udo Dammer, del Jardín Botánico de Berlín-Dahlem (que fue quien tuvo la iniciativa), y el Prof. Dr. Ernst Pfitzer, de Heidelberg, uno de los más grandes sistemáticos de orquídeas. En diciembre del mismo año se decidió fundar la sociedad y la primera junta directiva se nombró el 10 de mayo de 1906 en Berlín, presidida por el Barón Max von Fürstenberg, quien llegó a tener una colección de más de 2000 especies de orquídeas, de la cual se sirvió Schlechter para su libro „*Die Orchideen*“; miembro de esta junta fue también Bruno Fritsch (Fig. 1), un eminente hombre de la política y apasionado de la naturaleza, que tuvo un puesto administrativo en el Parque Zoológico de Berlín, fue miembro honorario de la Sociedad Alemana de Horticultura y todavía en

1925, con 85 años de edad, fue nombrado de nuevo en la junta directiva de la Sección de Orquideología. Los otros miembros de la primera junta fueron Otto Beyrodt, Udo Dammer y Paul Herz; en un comité de consejeros se encontraba Ernst Pfitzer. Al mismo tiempo tuvo lugar una exposición, visitada por unas 700 personas, en la que participaron famosos jardineros de la época, pero también orquidófilos privados.

El primero de abril de 1906 apareció el primer número de *Orchis*, revista mensual de la Sociedad Alemana de Orquideología, editado por Dammer. Un vasto interés en las orquídeas del mundo se refleja ya en el primer número, en el que aparece un artículo sobre las orquídeas del Kilimanjaro, otro en lengua francesa sobre la importancia de los hongos simbióticos de las orquídeas, varios artículos referentes al cultivo de orquídeas y la reseña de un libro. Desde el primer número se publican láminas en colores, lo que hace a la revista muy atractiva hasta la actualidad. El segundo número salió a la luz el primero de mayo de 1906. En el tercer número se publica una lista de 241 miembros, entre ellos el jardinero e importador de orquídeas Robert Blossfeld, el jardinero y cazador de orquídeas Hermann Sandhack, el botánico Rudolf Schlechter, el coleccionista Walter Rothschild, de Londres, y los jardineros ingleses Sander & Sons. El primer número del segundo volumen de *Orchis* se publicó en octubre de 1907; el nuevo editor era Friedrich Kränzlin (Fig. 1), uno de los principales expertos en orquídeas de inicios del siglo XX, quien simplificó el diseño, redujo el tamaño, no incluyó láminas en colores, pero incluyó más contribuciones científicas.

En 1908 la Sociedad Alemana de Orquideología se convirtió en una sección de la Sociedad Alemana de Horticultura (*Deutsche Gartenbau-Gesellschaft* o D.G.G.). La Sección de Orquideología (*Orchideen-*

Abteilung) nombró un comité, que se reunió regularmente cada mes entre 1908 y 1920, siempre organizando exposiciones y juzgamientos de plantas. En 1909, el Prof. Kränzlin se ofreció para determinar orquídeas críticas o desconocidas, lo que en la actualidad realiza un Centro de Identificación de Orquídeas. En este año, la revista de orquideología apareció como suplemento de „*Gartenflora*“, el órgano de la D.G.G. Muy significativo en la historia de la botánica es que en 1911 el Dr. Rudolf Schlechter (Fig. 1), uno de los cuatro más grandes orquideólogos de todos los tiempos, se convirtió en secretario del Comité de Orquideología y en 1914 en editor de la revista *Orchis*. En *Lankesteriana* 6: 29-30, 2003, se publicó un resumen de la biografía de Schlechter, a partir de la que plasmó K. Senghas en *Schlechter: Die Orchideen*, 3. Auflage, 2002.

Desde 1906 hasta el inicio de la Primera Guerra Mundial (1914) se realizaron exposiciones regularmente, la mayoría en Berlín. Alrededor de 1910, las exposiciones ya contaban con iluminación eléctrica, sobre todo en las noches. A partir de 1913, en las exposiciones se presentaron libros y en las paredes se colgaron fotos de grandes dimensiones. A finales de 1914 empezó la Primera Guerra Mundial, por lo que se acabaron las exposiciones; sin embargo, el Comité de Orquideología siguió reuniéndose. En septiembre de 1915 Schlechter fue llamado a prestar servicio militar; en 1917 regresó a casa debido a una herida. Aunque la guerra terminó en 1918, en los difíciles años de posguerra muchas colecciones y viveros de orquídeas debieron ser clausurados por dificultades financieras, falta de personal, de materiales para calefacción, etc. En ese año hubo ocho en lugar de 12 reuniones del comité; en 1919 solamente cinco reuniones, lo que refleja una situación muy difícil.

Entre 1920 y 1924 los orquidófilos siguieron reuniéndose, pero en períodos irregulares. Las razones principales fueron: una difícil situación económica (porque Alemania tuvo que pagar grandes sumas por reparaciones de guerra a las potencias vencedoras), medios de transporte entre Berlín y alrededores suspendidos y el presidente del Comité de Orquideología, Otto Beyrodt, estaba enfermo y murió en 1923. La revista *Orchis* apareció por última vez en abril de 1920; no obstante, mediante breves boletines y después por medio de una crónica sumaria

de los eventos de la sociedad, los miembros pudieron informarse apropiadamente sobre todos los sucesos y los esfuerzos realizados. Entre 1922 y 1924 no se publicó ninguna revista, ni siquiera *Gartenflora*, debido a la grave situación económica con una inflación insostenible. Lammers (2003)¹ menciona una cifra espeluznante: el 20 de noviembre de 1923 el valor del marco alemán tocó fondo y un dólar equivalía a 4,2 billones de marcos (4 200 000 000 000).

Desde febrero de 1924 se publicó de nuevo *Gartenflora*, de modo regular, con avisos sobre reuniones de la Sección de Orquideología, así como informes y artículos sobre orquídeas. En 1925 se nombró un nuevo Comité de Orquideología, que a partir de este año se reunió mensualmente en el Museo Botánico de Berlín-Dahlem. Significativamente, un nuevo miembro del comité fue el Prof. Rudolf Mansfeld, quien trabajó en el Jardín Botánico y en el Museo Botánico de Berlín entre 1926 y 1943; además, fue el editor de “Schlechter: *Figuren-atlas zu den Orchideen-floren der südamerikanischen Kordillerenstaaten*” y colaborador en la 3a. edición de “Schlechter: *Die Orchideen*”. En las reuniones mensuales de 1925 se iniciaron conferencias con diapositivas, se presentaron plantas para ser juzgadas y se divulgaron nuevos libros sobre orquídeas. Hasta 1933, la Sección de Orquideología trabajó activamente, después sólo de modo esporádico. Esto último es indicador de que, de nuevo, había una gran turbulencia política, economía y social en Alemania.

En 1937 se fundaron los primeros grupos regionales; por ej. Berlín, Bremen, Hamburgo, Múnich y Dresde. De nuevo se realizaron reuniones mensuales y reuniones anuales y la Sección de Orquideología volvió a ser muy activa; se ofrecieron conferencias con diapositivas en colores y se creó un centro de investigación sobre orquídeas, que contemplaba la protección de especies y la reproducción de las que estaban en peligro de extinción, entre otros aspectos. En este año se publicó de nuevo la revista *Orchis*; en 1938 apareció con papel e ilustraciones de gran calidad, incluso en colores. Entre 1938 y 1941 la revista salió a la luz mensualmente de modo regular, pero desde 1939 se publicó cada tres meses. El nuevo desarrollo alcanzado con gran esfuerzo por los orquidófilos alemanes después de la Primera Guerra Mundial encontró de nuevo un final dramático, pues tras el anuncio „*Seit heute wird jetzt*

¹Lammers, Rebecca. 2003. 15. November 1923. Die Inflation wird mit der Einführung der Rentenmark gestoppt. In: Die Weimarer Republik, 1918-1933. <http://www.nrw2000.de/weimar/rentenmark.htm>

zurückgeschossen!“ (¡Desde hoy se contestará el fuego!) el 1º de septiembre de 1939 empezó la Segunda Guerra Mundial.

A partir de julio de 1942 no se permitió la publicación de ninguna revista o escrito similar. Por eso se editaron circulares llamadas *Orchideenbriefe* (cartas de orquídeas), que aparecieron todavía en diciembre de 1944 en forma de revista. Desde 1942 no hubo más reuniones públicas de orquidófilos. Sin embargo, los miembros de los diversos grupos siguieron reuniéndose mensualmente, en la medida en que las limitaciones de la guerra lo permitían (malas condiciones de transportes, obligación de permanecer a oscuras, etc.; después destrucción por acciones bélicas de distritos enteros de ciudades). Es sorprendente la valentía y la persistencia de los orquidófilos de Hamburgo, que lograron reunirse regularmente todavía hasta mediados de 1944, cuando la destrucción causada por la guerra llegaba a su extremo.

La guerra terminó el 8 de mayo de 1945, pero vinieron tiempos muy difíciles; muchas personas padecieron problemas de hambre, casas y edificios destruidos, toque de queda, reforma monetaria, etc. Igual que muchas casas, también muchos invernaderos fueron destruidos y la mayor parte de las orquídeas cultivadas en Alemania no sobrevivieron a la guerra. Aún así, ya en 1946 se reunieron de nuevo los orquidófilos hamburgueses y en septiembre de ese año decidieron fundar nuevamente una sociedad orquideológica, con permiso otorgado por el gobierno militar de entonces.

Entre noviembre de 1946 y finales de 1947 se enviaron boletines escritos a máquina para sustituir la revista. La primera reunión anual de los orquidófilos alemanes tuvo lugar en Hamburgo en marzo de 1948. La D.O.G. tenía ya 192 miembros alemanes y 34 extranjeros; la junta directiva estaba integrada por Julius Heinrich Müller, Carl Pretzel y Georg Vorwerk (Fig. 1). Fue hasta abril de 1949 cuando el Senado de la Ciudad Hanseática de Hamburgo otorgó permiso para fundar una revista. El primer número de “*Die Orchidee*” se publicó en octubre-diciembre de 1949. Desde ese año hubo de nuevo reuniones anuales y se fundaron numerosos grupos regionales, como los de Hamburgo, Berlín y Francfort del Meno. En esta última ciudad se realizó la reunión anual de 1950, por primera vez fuera de Hamburgo.

Los progresos fueron rápidos. Desde 1950 hubo de nuevo exposiciones de orquídeas y ya en 1960 la

D.O.G. estuvo representada de nuevo en un congreso mundial (en Londres). Desde 1962, el Prof. Dr. Wolfgang Haber ocupó la presidencia de la D.O.G. y desde entonces aumentaron las actividades científicas de modo evidente. En la reunión anual de 1962 se comunicó que la D.O.G. tenía 1350 miembros, 300 de ellos extranjeros. Desde 1963 hay de nuevo una exposición de orquídeas asociada a cada reunión anual. En 1973 se fundó una comisión de juzgamientos, que se mantiene activa mensualmente en diferentes lugares de Alemania y del extranjero; esta comisión realiza juzgamientos de plantas y puestos, incluso en exposiciones. Un evento trascendental en la historia de la D.O.G. fue la Octava Conferencia Mundial de Orquideología en abril de 1975, en el *Palmengarten* de Francfort del Meno.

También en la zona oriental de Alemania, ocupada por los soviéticos, hubo actividad orquidófila desde los tiempos de la posguerra. Es interesante saber que al principio los orquidófilos germanos orientales podían ser miembros de la D.O.G., participar en las reuniones de ésta y recibir la revista; sin embargo, desde 1961, cuando se construyó el muro de Berlín, los alemanes orientales no tuvieron autorización para visitar exposiciones ni congresos en Alemania occidental; si ellos deseaban publicar en la revista *Die Orchidee*, debían solicitar un permiso, que a menudo no era otorgado. A pesar de todo, en 1963 se fundó en Greifswald, Alemania oriental, un grupo de trabajo de orquideología. Desde ese año, se formaron grupos regionales, hubo exposiciones y reuniones y desde 1968 se publicó la revista *Orchideen*. En la década de 1980 había 42 grupos regionales con unos 1300 miembros.

En 1990, después de la reunificación de los dos estados alemanes, se fusionaron también ambas sociedades de orquideología y muchos miembros de grupos alemanes orientales se convirtieron en miembros de la D.O.G. En 1991 se nombró un nuevo equipo de redacción para la revista; asimismo, se inició el trabajo de un centro de identificación de orquídeas. En 1993 Gerd Röhlke fue nombrado presidente de la D.O.G. y desde entonces hasta hoy ha sido reelegido repetidas veces. En 1996 la D.O.G. adquirió una sede fija en Stukenbrock, cerca de Bielefeld, que incluye la biblioteca. Desde entonces, los consejos de la junta directiva y las reuniones editoriales tienen lugar allí.

La D.O.G. realiza numerosas actividades durante casi todo el año en diversos lugares de Alemania y

participa frecuentemente en congresos y exposiciones internacionales. En abril de 2006, con motivo del simposio anual de orquídeas en Dresde, aunado a una gran exposición internacional de orquídeas, se celebraron los 100 años de la D.O.G. con muchos invitados del país y del extranjero.

En la actualidad, la Sociedad Alemana de Orquideología cuenta con más de 6000 miembros, entre ellos muchos en el extranjero, sobre todo en EE.UU. (Bärbel Röth, com. pers., oct. 2006). La D.O.G. muestra una larga y persistente trayectoria, que es un ejemplo a nivel mundial. Con toda seguridad, la experiencia adquirida por esta sociedad podría ser muy provechosa para otras sociedades más recientes, sobre todo en países más jóvenes del mundo, que actualmente intentan organizar grupos y actividades para proteger el ambiente e interesar a los ciudadanos comunes en la naturaleza. Existen notables evidencias de que las orquídeas son un indicador muy seguro de la calidad del ambiente y, por tanto, pueden ofrecer mucha información acerca de lo que está sucediendo en diversos ecosistemas naturales.

Asimismo, las orquídeas pueden jugar un papel importante en los procesos de educación ambiental, que intentan despertar la conciencia de cada vez más ciudadanos del mundo, para revertir las actividades antropógenas destructivas, que tanto daño han causado en todo el planeta.

Para los lectores que conocen la lengua alemana, es recomendable *Die Orchidee* 47(2) de marzo-abril de 1996, un número especial con motivo del nonagésimo aniversario de la D.O.G., en el que Gerd Röhlke, Bärbel Röth y Jürgen Röth presentan detalladamente la historia de la sociedad. Algunos comentarios sobre los 100 años de la D.O.G. también se hallan en *Die Orchidee* 57(1) de 2006.

AGRADECIMIENTO. A Bärbel Röth (D.O.G.), quien en septiembre y octubre de 2006 me envió información valiosísima y fotos del archivo de la Sociedad Alemana de Orquideología. Sin ese material único no habría sido posible concluir este escrito.

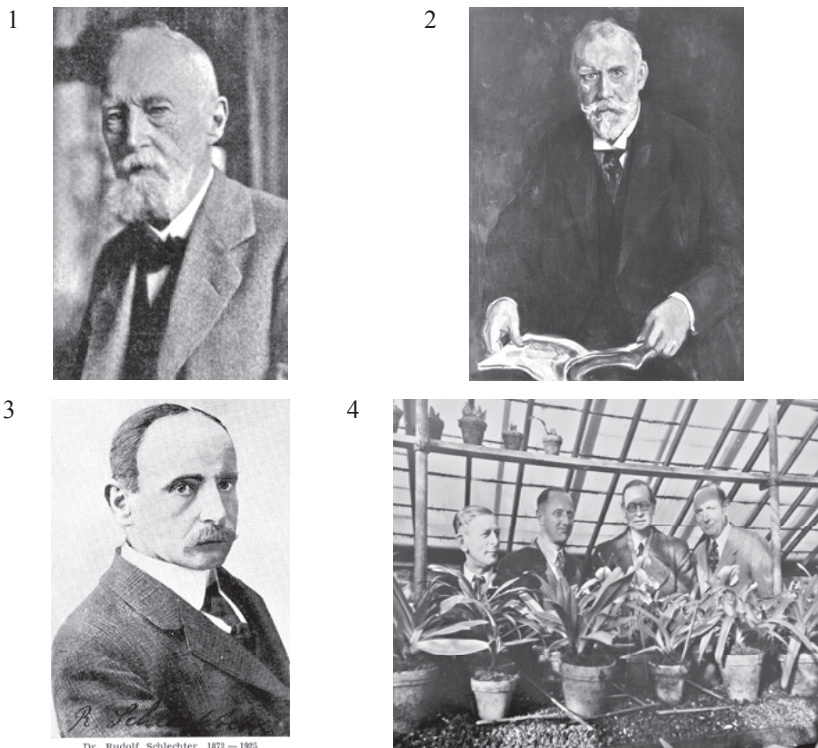


Fig. 1. Algunas de las personas que jugaron un papel extraordinario en la historia de la Sociedad Alemana de Orquideología (D.O.G.). 1. Bruno Fritsch, 1906; 2. Friedrich Kränzlin, ca. 1920; 3. Rudolf Schlechter, 1924; 4. Después de la devastación de la Segunda Guerra Mundial, los nuevos fundadores de la D.O.G. en 1946; de izquierda a derecha: el asesor Albert Springer y los miembros de la junta directiva Julius Heinrich Müller, Georg Vorwerk y Carl Pretzel. Fotos del archivo de la D.O.G., cortesía de Bärbel Röth.

NUEVOS TAXA EN GRAMMITIDACEAE (PTERIDOPHYTA) DE COSTA RICA

ALEXANDER FCO. ROJAS ALVARADO

Jardín Botánico Lankester, Universidad de Costa Rica,
apdo. 1031-7050, Cartago, Costa Rica. afrojasa@yahoo.com

ABSTRACT. *Lellingeria pinnata* A. Rojas and *Terpsichore glandulifera* A. Rojas are described as new to science, illustrated, and compared to the related species *L. phlegmaria* (J.Sm.) A.R. Sm. & R.C. Moran and *T. turrialbae* (H. Christ) A.R. Sm., respectively. *Terpsichore pirrensis* A.R. Sm. is here first reported from Costa Rica.

RESUMEN. *Lellingeria pinnata* A. Rojas y *Terpsichore glandulifera* A. Rojas se describen, se ilustran y se comparan con las especies cercanas *L. phlegmaria* (J.Sm.) A.R. Sm. & R.C. Moran y *T. turrialbae* (H. Christ) A.R. Sm., respectivamente. *Terpsichore pirrensis* A.R. Sm. es un nuevo registro de Costa Rica.

PALABRAS CLAVE / KEY WORDS: Pteridophyta, Grammitidaceae, *Lellingeria*, *Terpsichore*, Costa Rica.

El género *Lellingeria* fue descrito por Smith *et al.* (1991) y se diferencia de otros géneros de Polypodiaceae (grupo Grammitidae) por tener un rizoma simétricamente radial, pelos desigualmente furcados y escamas del rizoma clatradas.

El género *Terpsichore* fue descrito por Smith (1993) y caracterizado por la presencia de hidátodos conspicuos (que algunas veces producen secreciones calcáreas), setas rojizas a atropurpúreas (raro hialinas) de 1-3 mm de largo en peciolo, raquis, costa y algunas veces en la lámina, escamas del rizoma no clatradas y usualmente castañas a negruzcas, que a menudo son setulosas en el margen, y venas libres, no ramificadas y pinnadas en cada pinna.

Las especies de *Lellingeria* descritas de Costa Rica en las últimas tres décadas son: *L. barbensis* (Lellinger) A.R. Sm. & R.C. Moran (= *Grammitis barbensis* Lellinger), *L. melanotrichia* (Baker) A.R. Sm. & R.C. Moran (= *G. micula* Lellinger) y *L. pseudomichellae* (Lellinger) A.R. Sm. & R.C. Moran (= *G. pseudomichellae* Lellinger) (Lellinger 1985). Del género *Terpsichore* se han descrito de Costa Rica recientemente: *T. zeledoniana* (Lellinger) A.R. Sm. (= *Grammitis zeledoniana* Lellinger) (Lellinger 1985), *T. cocoensis* A. Rojas (Rojas 1996) y *T. esquiveliana* A. Rojas (Rojas 2001).

DOS ESPECIES NUEVAS

Lellingeria pinnata A. Rojas, *sp. nova*

A Lellingeria phlegmaria (J. Sm.) A.R. Sm. *affinis*,
sed lamina pinnata, rachidi flexuosa, distributione

altitudinali inferiore distinguenda.

TIPO: COSTA RICA. **Limón;** Limón, fila Matama, valle de La Estrella, El Progreso, siguiendo la fila a cerro de Matama, 9°47'20"N, 83°07'30"W, 1600 m, 23 abr 1989, G. Herrera & A. Chacón 2728 (Holotipo: CR, isotipos: K, MO). Fig. 1.

Epífita; rizoma de 1-2 mm de diámetro, compacto; escamas del rizoma de 1.5-2.5 x mm, lanceoladas, pardo-rojizas, setulosas; peciolo 0-0.5 cm, setuloso, las sétulas ca. 0.2 mm, hialinas; lámina (3-)5-20 x 1-2 cm, pinnatisecta en toda su longitud, linear o angostamente oblonga, ligeramente atenuada hacia la base, esparcidamente setulosa en la costa y los márgenes, glabra entre éstos; segmentos 2-3 mm de ancho en la base, enteros o con 1 ó 2 grandes crenas en cada lado, ligeramente ascendentes; raquis recto (no flexuoso), setuloso, las sétulas ca. 0.2 mm, hialinas, a menudo ramificadas; nervaduras fértiles no visibles; hidátodos 6-14 por segmento fértil; soros redondeados, no hundidos o ligeramente impresos; cápsulas esporangiales glabras.

DISTRIBUCIÓN. Hasta ahora sólo conocida del Volcán Cacao en la Cordillera de Guanacaste y la fila Matama en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica, entre 1300 y 1600 m.

PARATIPO: COSTA RICA. **Guanacaste;** Liberia, Parque Nacional Guanacaste, Volcán Cacao, entre la ramificación del sendero a la Estación Maritza y la punta del cerro, 10°56'08"N, 85°27'10"W, 1300-1600

m, 5 febr 1998, *A. Rojas & A. Soto 4257* (CR, INB).

Lellingeria pinnata difiere de *L. phlegmaria* por la lámina pinnada (vs. pinnatisecta), el raquis negro (vs. del color de la lámina), lustroso (vs. opaco) y flexuoso (vs. recto), la base de las pinnas distantes entre sí 1-3 mm (vs. base decurrente hasta el segmento anterior), el margen de los segmentos entero (vs. ondulado a crenado) y la distribución a menor elevación (1300-1600 m vs. 2000-2800 m).

ETIMOLOGÍA. El epíteto *pinnata* de esta especie se refiere a la lámina foliar pinnada, carácter muy raro en este género.

***Terpsichore glandulifera* A. Rojas, sp. nova**

A Terpsichori turrialbae similis, sed frondibus longioribus, lamina abaxialiter dense setosa, pilis glanduliferis lacteis vel flavidis, sporangiis setulosis, distributione altitudinali inferiore recedit.

TIPO: COSTA RICA. **Cartago:** Paraíso, Parque Nacional Tapantí, cuenca del Río Reventazón, Orosi, sendero Palmitos o T6, 9°43'35"N, 83°46'28"W, 1460-1600 m, 3 sept 1997, *A. Rojas & R. Delgado 3788* (Holotipo: CR, isotipos: INB, MO). Fig. 2.

Epífita; rizoma 1-2 mm de diámetro; escamas del rizoma ausentes; hojas péndulas, el ápice de crecimiento indeterminado; pecíolo 1-3 cm x 0.4-0.6 mm, pardo claro a oscuro, las setas 2-3 mm, numerosas, hialinas a rojizo pálidas; lámina 15-75(-100) x (2.5-)3-6(-8) cm, pinnada o pinnatisecta, linear a angostamente oblanceolada, gradualmente reducida en la base, setosa y puberulenta, generalmente con numerosos tricomas glandulares, sin hongos claviformes negros; raquis pardo a negro, setoso y puberulento, las setas 1-2 mm, no pareadas, rojizo pálido a hialinas, los tricomas 0.1-0.2 mm, ramificados o simples, a menudo glandulares, rojizo pálido; pinnas (1.3-)1.5-4 x 0.2-0.5 cm, casi perpendiculares al raquis o ligeramente ascendentes, adnatos ca. 2/3 de su ancho, distantes entre sí más de su ancho en la base, la base con el lado basiscópico truncado o a menudo con un lóbulo sub-basal, raro sólo levemente decurrente, los márgenes setosos, el ápice agudo a obtuso, las setas 0.5-2 mm, no pareadas, pareadas o raramente sésil-estrelladas, hialinas a rojizo pálidas; costas y nervaduras inconspicuas o negras y evidentes, con indumento similar al del raquis y generalmente con numerosos tricomas glandulosos hialinos a amarillentos; hidátodos con

puntos blanquecinos calizos; soros setosos desde los receptáculos o no setosos; esporangios setosos, los tricomas 0.5-1.0 mm de largo, no glandulares y de ápice agudo.

DISTRIBUCIÓN. Hasta ahora sólo conocida de la Cordillera de Tilarán, Cordillera Central y Cordillera de Talamanca en Costa Rica; 1400-2000 (-2300) m.

PARATIPOS: COSTA RICA. Braulio Carrillo National Park, 19 jul 1993, *E. Schmid 161* (CR). **Alajuela:** San Ramón, Reserva Biológica Monteverde, Cordillera de Tilarán, valle del Río Peñas Blancas, 10°19'15"N, 84°46'30"W, 1600 m, 22 jul 1993, *E. Bello 5158* (INB, CR, MO); Monteverde Forest Reserve, Sendero Río and Sendero Chomogo, 10°15'N, 84°50'W, 1575 m, 31 oct 1986, *E. Hennipman et al. 6576* (CR). **Alajuela-Heredia:** 100 m N del Restaurant Vara Blanca, 1920 m, 4 febr 1966, *A. Jiménez 3670* (CR). **Cartago:** Paraíso, slopes and flats at S end of bridge over río Grande de Orosi, Tapantí, 9°46'N, 83°48'W, 1200 m, 24 oct 1989, *M. Grayum et al. 9526* (CR); Paraíso, cuenca del Río Reventazón, Estación de Biología Tropical Río Macho y alrededores, 9°46'N, 83°51'W, 1630-1730 m, 27 sept 1996, *A. Rojas et al. 3115* (CR, INB, K, MO, UC, US); Paraíso, Parque Nacional Tapantí, Cuenca del río Reventazón, camino entre las torres, desde los nacientes del Río Grande de Orosi a Rancho Negro, 9°41'34"N, 83°47'11"W, 1700-2300 m, 23 mayo 1997, *A. Rojas et al. 3494* (CR, INB); along trail leading eastward into mountains from road into Tapantí Reserve, ca. 1 km S of junction of quebrada Salto and Río Grande de Orosi, also known as "Quebrada Valverde", 9°43'N, 83°47'W, 1500-1800 m, 1 febr 1986, *A. Smith et al. 2154* (CR, UC). **Heredia:** Heredia, Cordillera Central, Vara Blanca, camino al Volcán Poás y rumbo a Cariblanco, 10°09'35"N, 84°09'25"W, 1850-1930 m, 2 mar 1995, *A. Rojas & M. Piepenbring 1718* (CR); Finca of Dr. L. Holdridge, on the Río Puerto Viejo, near the junction with the Sarapiquí, ca. 300 ft. [90 m], 18-28 febr 1955, *E. Scamman 7519* (CR); Cascajal, 1800 m, nov 1978, *Wagner & L. Gómez 78534* (CR). **Limón:** Cordillera de Talamanca, Atlantic slope, canyon of the Río Siní, 9°13'N, 82°59'W, 1800-1900 m, 15 sept 1984, *G. Davidse & G. Herrera 29145* (CR, MO). **Puntarenas:** Sitio Cotón, base SW de Cerro Pando, 1300 m, febr 1982, *L. Gómez 18140* (CR). **San José:** between Bajo La Hondura and Alto La Palma, 10°2'N, 83°59'W, 1400-1500 m, 19 jul 1983, *K. Barringer et al. 3947* (CR). Parque Nacional Braulio Carrillo, Cordillera Central, along ridge to W of Tunel Zurquí, along headwaters of Río Hondura, E slopes of Cerro

Hondura, 10°04'N, 84°1.5'W, 1600-1800 m, 18 mayo 1989, *M. Grayum et al.* 9487 (CR, MO).

La nueva especie difiere de *Terpsichore turrialbae* por las frondas relativamente más largas (15-100 cm vs. 10-45 cm de largo), las pinnas distantes entre sí más de su ancho (vs. pinnas distantes menos de su ancho), la base de las pinnas con el lado basiscópico truncado, a menudo con un lóbulo sub-basal, raro sólo levemente decurrente (vs. base de las pinnas decurrente), las glándulas laminares hialinas a amarillentas (vs. pardas a pardo-rojizas), los esporangios setosos, los tricomas 0.5-1.0 mm (vs. glabros o con tricomas capitados de menos de 0.1 mm) y la distribución altitudinal a 1400-2000 (-2300) m [vs. 2400-2900 m].

ETIMOLOGÍA. El nombre de esta especie, *T. glandulifera*, se refiere a los abundantes pelos glandulares en el envés de la lámina.

NUEVO REGISTRO EN COSTA RICA

Terpsichore pirrensis A.R. Sm., Novon 3: 483. 1993.

TIPO: Panamá, Darién, Cerro Pirre, 2500-4500 ft. [760-1370 m], *Duke & Elias* 13842 (Holotipo: UC, no visto; Isotipos: MO!, NY!, SCZ).

Características muy particulares, como los tricomas cortos en el pecíolo, hacen a esta especie inconfundible dentro del género (Fig. 3).

DISTRIBUCIÓN GENERAL. Costa Rica y Panamá.

ESPECÍMENES OBSERVADOS: COSTA RICA. **Heredia:** along the Río Segundo, 2 km of Cerro Chompipe, 8 km NNE of Heredia, 1900 m, 12 jul 1970, *D. Lellinger & J. White* 1089 (CR). **Puntarenas:** Coto

Brus, Zona Protectora Las Tablas, camino a Cerro Chai, Las Alturas, 8°58'00"N, 82°49'40"W, 2000 m, 4 sept 1992, *A. Fernández* 375 (INB, MO); Coto Brus, Zona Protectora Las Tablas, Cordillera de Talamanca, Sabalito, Las Alturas de Cotón, Estación Biológica Las Alturas, sendero a Cerro Echandi, postes 40-57, 8°59'05"N, 82°43'10"W, 2070-2230 m, 28 dic 1993, *A. Rojas* 822 (INB); Coto Brus, Zona Protectora Las Tablas, cuenca Terraba-Sierpe, camino a Quijada del Diablo, 8°54'21"N, 82°45'04"W, 2100 m, 20 nov 1996, *A. Rojas et al.* 3298 (CR, INB); Parque Internacional La Amistad, La Amistad, Cafrosa, 8°54'40"N, 82°47'19"W, 2000 m, 19 jun 1990, *J. Saborio et al.* 43 (CR).

AGRADECIMIENTOS. Agradezco a los herbarios del Museo Nacional de Costa Rica (CR), Instituto Nacional de Biodiversidad (INB) y University of California (UC) por permitirme utilizar sus colecciones, a Franco Pupulin por las diagnósis latinas y a los revisores anónimos por sus comentarios, que mejoraron la calidad de este estudio.

LITERATURA CITADA

- Lellinger, D.B. 1985. Nomenclatural and taxonomic notes on the Pteridophytes of Costa Rica, Panama and Colombia, II. Proc. Biol. Soc. Wash. 98: 366-390.
- Rojas, A.F. 1996. Aportes a la Flora Pteridophyta Costarricense. II. Taxones nuevos. Brenesia 45-46: 33-50.
- Rojas, A.F. 2001. Seis especies nuevas y dos nuevos registros de helechos (Pteridophyta) para Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 49: 435-452.
- Smith, A.R. 1993. *Terpsichore*, a new genus of Grammitidaceae (Pteridophyta). Novon 3: 478-489.
- Smith, A.R., R.C. Moran & L.E. Bishop. 1991. *Lellingeria*, a new genus of Grammitidaceae. Amer. Fern J. 81(3): 76-88.

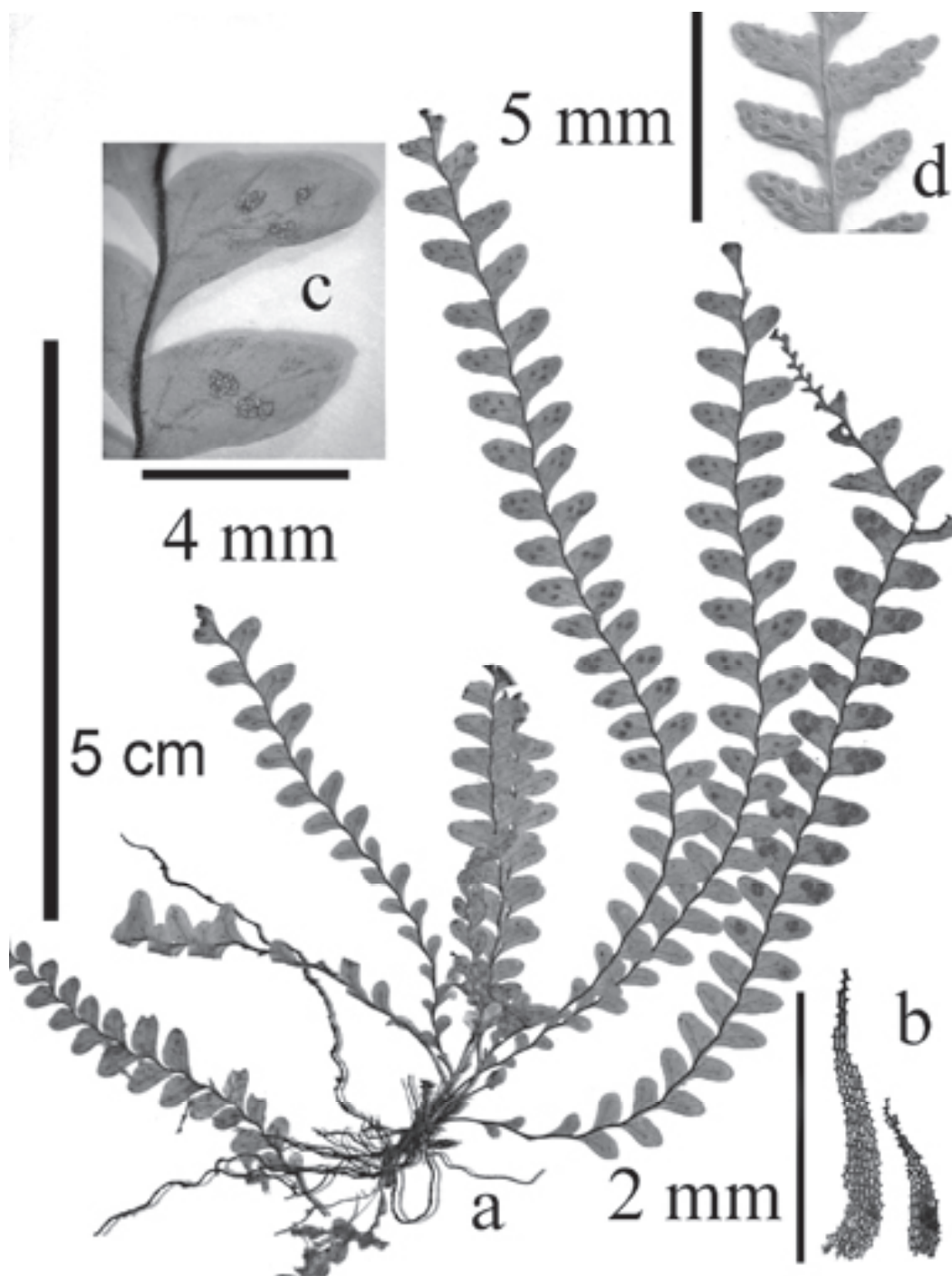


Fig. 1. Holotipo de *Lellingeria pinnata* A. Rojas (G. Herrera & A. Chacón 2728, CR). a) Hábito. b) Escamas del rizoma. c) Sección de la lámina. *Lellingeria phlegmaria* (J. Sm.) A.R. Sm. d) Sección de la lámina.

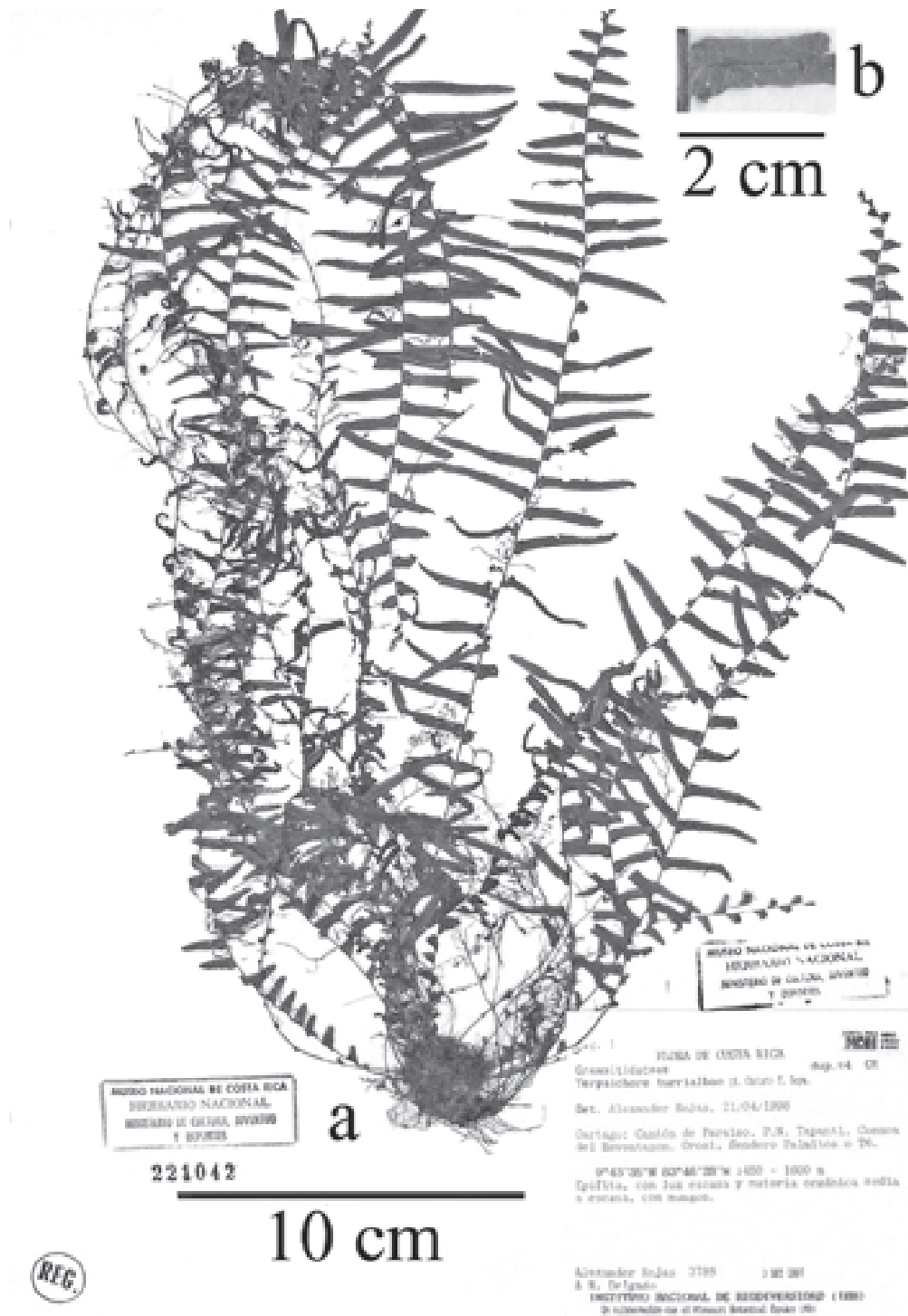


Fig. 2. Holotipo de *Terpsichore glandulifera* A. Rojas (A. Rojas & R. Delgado 3788, CR). a) Hábito. b) Detalle de una pinna.

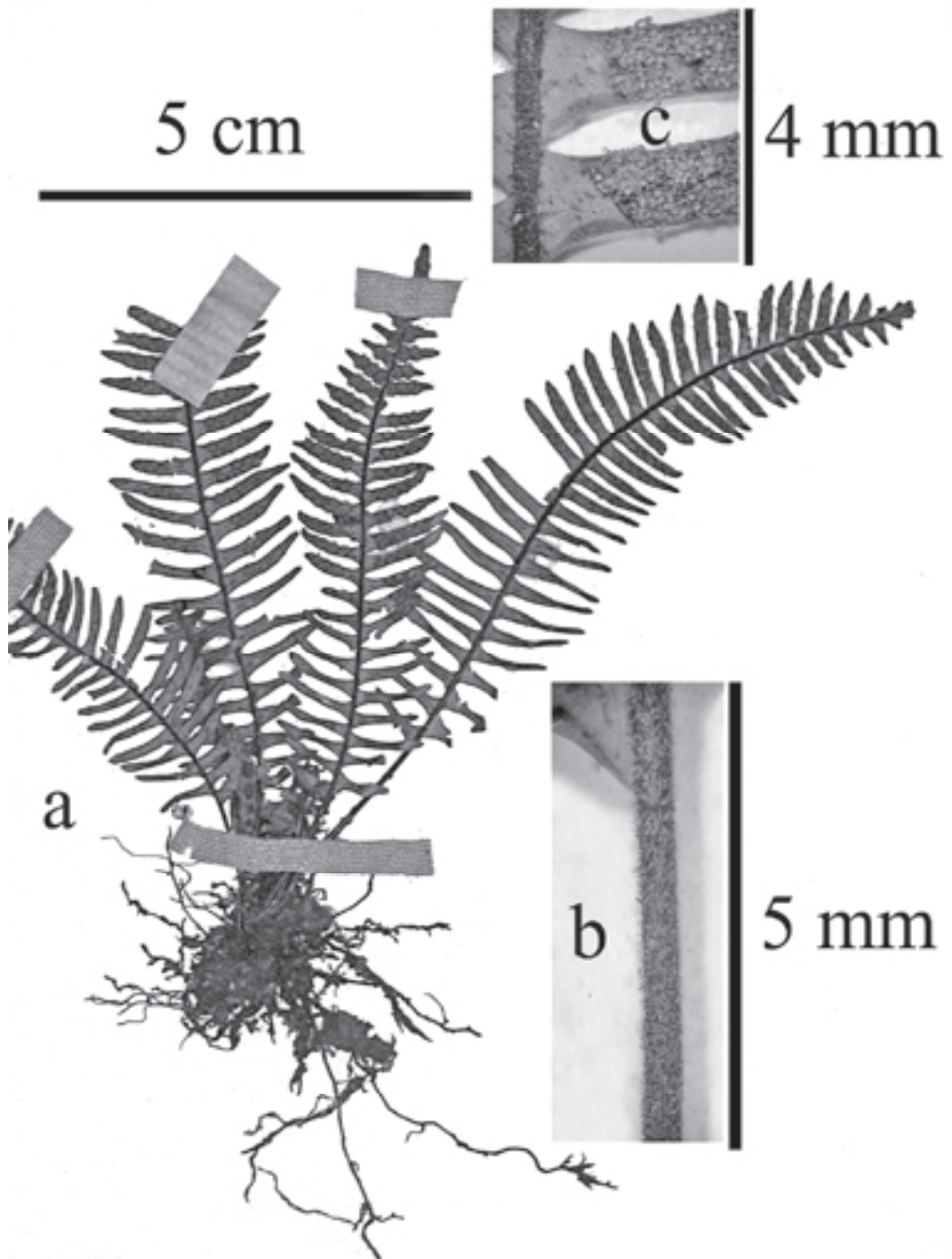


Fig. 3. Ejemplar representativo de *Terpsichore pirrensis* A.R. Sm. (*D. Lellinger & J. White 1089*, CR). a) Hábito. b) Sección del pecíolo. c) Sección de la lámina.

DIEZ ESPECIES NUEVAS DE *GUAREA* (MELIACEAE) DE NICARAGUA, COSTA RICA Y PANAMÁ

ALEXÁNDER RODRÍGUEZ

Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), apdo. 22-3100, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica,
arodrig@inbio.ac.cr

ABSTRACT. Ten new species of *Guarea* from Nicaragua, Costa Rica and Panama are described and illustrated, and their relationships to other species of the genus are discussed.

RESUMEN. Se describen e ilustran 10 especies nuevas de *Guarea* de Nicaragua, Costa Rica y Panamá; además, se discuten sus afinidades con otras especies del género.

PALABRAS CLAVE / KEY WORDS: Meliaceae, *Guarea*, Costa Rica, Nicaragua, Panamá.

El nombre *Guarea* fue establecido por Linneo en 1753 como *Guara*; él mismo modificó la ortografía en 1771 a *Guarea* (Coronado 2003). Entre las primeras revisiones importantes del género encontramos la de Casimir De Candolle (1878), quien en una monografía completa para la familia Meliaceae reconoció dos secciones, *EuGuarea* (actualmente *Guarea*), con 67 especies, y la sección *Ruagea*, con tres especies, actualmente reconocida como un género distinto (Coronado 2003). En la última revisión completa del género se reconocen 35 especies (Pennington *et al.* 1981). Sin embargo, una investigación reciente que toma como base este último estudio (Coronado 2003) evaluó *Guarea glabra* Vahl entre México y Panamá y reconoció que este taxon es un complejo que incluye 15 especies distintas; de éstas, Pennington *et al.* (1981) consideran nueve como sinónimos de *G. glabra* y cinco especies son inéditas y diferentes a las descritas aquí. En su estudio, Coronado (2003) reconoce las siguientes especies: *G. arcuata* Coronado -ined, *G. bullata* Radlk., *G. chiricana* Standl., *G. excelsa* Kunth, *G. gentryi* Coronado -ined, *G. glabra* Vahl, *G. glabrescens* (Hook. & Arn.) Blake, *G. kegelii* Turcz., *G. luxii* C. DC., *G. mexicana* Coronado -ined, *G. microcarpa* C. DC., *G. petenensis* Coronado -ined, *G. tonduzii* C. DC., *G. tuerckheimii* C. DC. y *G. zarceronensis* Coronado -ined.

Algunas floras locales han sido aportes regionales importantes en la revisión de este género; tal es el caso de Flora de Guatemala (Standley & Steyermark 1946), Flora de Panamá (Smith 1965) y Flora de Nicaragua (Pennington & Styles 2001). Según Pennington & Styles (1975), *Guarea* pertenece a la tribu Guareeae, de la subfamilia Melioideae. El género se caracteriza por estar constituido por árboles o arbustos con

hojas alternas, compuestas, generalmente pinnadas y en la mayoría de los casos con una yema terminal de crecimiento intermitente; son plantas dioicas, con flores unisexuales por aborto, aunque pareciendo perfectas, con un cáliz cupuliforme, pétalos libres, en la mayoría de los casos valvados, estambres con filamentos completamente unidos y formando un tubo cilíndrico, un ginóforo corto y un nectario anular en la base del ovario, este último con 2 a 13 lóculos, lóculos generalmente con 1 ó 2 óvulos, estigma discoide, frutos capsulares, con 2 a 10 (-14) valvas, dehiscentes, en la mayoría de los casos con 1 ó 2 semillas por lóculo, rodeadas por una sarcotesta carnosa, roja o anaranjada.

Las exploraciones botánicas de Costa Rica han aportado en los últimos años nuevos y numerosos especímenes de herbario. Hasta 1981, año en que Pennington *et al.* publicaron la última revisión de la familia Meliaceae en el Neotrópico, el Herbario Nacional de Costa Rica (CR) contaba con alrededor de 168 especímenes de *Guarea* (Museo Nacional de Costa Rica 2006). Actualmente, este herbario posee 534 especímenes de este género, mientras que paralelamente y a partir de 1989 el herbario del Instituto Nacional de Biodiversidad (INB) ha acumulado 433 ejemplares de *Guarea* (Atta-INBio 2006). Este significativo aumento en el número de especímenes ha permitido un mejor estudio y diagnóstico de las especies de este género; por tanto, no sorprende que se hayan registrado nuevos taxa.

Según Pennington & Styles (2001), cerca de 40 especies de *Guarea* habitan en América tropical y cinco en África tropical. Con el aporte de Coronado (2003) y las especies descritas aquí, los trópicos americanos

registran alrededor de 65 especies de *Guarea*. Las siguientes especies nuevas son parte de los resultados obtenidos en la preparación del tratamiento de *Guarea* para el Manual de Plantas de Costa Rica.

***Guarea adenophylla* Al Rodr., sp. nova**

Species haec nova per sequentes characteres distinguenda est: Folioli subtus copiose rubescenti-glandulosi, ovarii loculi uniovulati, ovarium sparse breveque pilosum, fructi glóbulosi, semen unum per loculum.

TIPO: COSTA RICA. Puntarenas; Puntarenas, Monteverde, Pacific slope, lower montane wet forest, upper community, Cambell farm, 1500 m, 10°18'N, 84°48'W, 30 jul 1991 (fl), *W. Haber 10791* (Holotipo: INB, isotipo: CR). Fig. 1.

Árbol entre 4 y 20 m de altura; tallitos esparcida a densamente pilósulos, al menos en ramitas terminales, con o sin lenticelas esparcidas. Hojas pinnadas, con una yema terminal de crecimiento intermitente; pecíolos 1.5-7 cm de largo, puberulentos a glabrescentes con la edad, subteretes, lado adaxial levemente aplanado y con bordes apenas agudos; raquis 2-31 cm de largo, puberulento a glabrescente con la edad, largo entre foliolos 2-9 cm, subcuadrado y canaliculado en el lado adaxial; foliolos 1-8 pares, opuestos, peciólulos 0.3-1 cm de largo y 1.5-4 mm de ancho; lámina 3-25 cm de largo y 2-9 cm de ancho, elíptica, oblongo-elíptica a oblongo-obovada, verde-grisácea a gris-rojiza al secar, adaxial y abaxialmente concolora, haz sin papilas, si presentes entonces restringidas al nervio principal, envés esparcidamente pubescente, con abundantes glándulas rojizas, base cuneada, ápice agudo o cuspidado, nervadura eucamptódroma, 6-14 pares de venas secundarias. Inflorescencias axilares, solitarias o fasciculadas, paniculadas, 2-16 cm de largo, ramas laterales hasta 4 cm de largo, multifloras, erectas, pedúnculo 0.3-2 cm de largo, en ocasiones indefinido. Flores con pedicelos entre 1 y 5 mm de largo, articulados, generalmente con 1 ó 2 bracteolas entre 0.3-0.75 mm de largo. Flores estaminadas con cáliz 1-2.5 mm de largo, pateliforme a ciatiforme, esparcidamente estrigoso, lóbulos 4, incisos 1/4-3/4 del tamaño del cáliz; pétalos 4, 7-11 mm de largo y 2.5-3.5 mm de ancho, crema a verde-crema, ápice agudo, lado externo esparcidamente pubescente hacia la parte distal, interno papilado; tubo estaminal 5-7 mm de largo y 2-2.5 mm de ancho, ápice crenulado, lado externo papilado; anteras 8, 0.7-1 mm de largo y

0.6-0.8 mm de ancho; ginóforo 1-1.5 mm de largo y 1.25-1.5 mm de ancho, glabro, nectario 0.3-0.5 mm de largo, conspicuo; ovario 1-1.3 mm de largo y 0.7-1 mm de ancho, esparcida a densamente pubescente; pistilo igual o sobrepasando levemente el tubo estaminal, estilo 2.5-3 mm de largo, esparcida a densamente pubescente en la base, glabro en las 3/4 partes distales, estigma 0.3-0.5 mm de largo y 1-1.25 mm de diámetro. Flores pistiladas con cáliz 1-1.5 mm de largo, pateliforme, esparcidamente pubescente, lóbulos 4-5, apenas definidos o hasta 1/4-3/4 del tamaño del cáliz; pétalos no observados; tubo estaminal 9-10 mm de largo y 3-3.5 mm de ancho, ápice crenulado, lado externo glabro; anteroides 8, 0.8-1 mm de largo y 0.25-0.4 mm de ancho; ginóforo 0.75-1 mm de largo y 1.75-2 mm de ancho, glabro, nectario 0.5-0.75 mm de largo, conspicuo; ovario tetra o pentalocular, 3-3.5 mm de largo y 2-2.5 mm de ancho, con un óvulo por lóculo, esparcidamente pubescente; pistilo subigual al tubo estaminal, estilo 2-4 mm de largo, esparcidamente pubescente hacia la base, grabrescente en 3/4 partes distales, estigma ca. 0.25 mm de largo y 0.75 mm de diámetro (descripción de flores pistiladas basada en vestigios florales presentes en frutos inmaduros). Frutos 1-2.5 cm de largo y 1-2.5 cm de ancho, globulosos, no acostillados, esparcidamente lenticelados, rojizos al madurar, esparcidamente pubescentes a glabrescentes con la edad, tetra o pentaloculares, ginóforo 1-1.5 mm de largo, base obtusa, ápice obtuso a subtruncado, pericarpo 1-2 mm de grosor; semillas 1 por lóculo, 1-1.2 cm de largo, subrodeadas por la sarcotesta.

DISTRIBUCIÓN. Costa Rica y Panamá. Se conoce en bosques pluviales, en Costa Rica en ambas vertientes de la Cordillera de Guanacaste, de Tilarán y Central; en Panamá en Bocas del Toro-Chiriquí, entre 1580 y 1650 m de elevación.

FENOLOGÍA. Flores en enero, marzo, julio y octubre; frutos entre enero y mayo, además en julio, agosto y diciembre.

G. adenophylla se reconoce por la combinación de los siguientes caracteres morfológicos: envés de los foliolos con abundantes glándulas rojizas (en ocasiones escasas en hojas viejas), flores con ovario tetra o pentalocular, esparcida y cortamente piloso, lóculos uniovulados, lado externo de los pétalos con pubescencia esparcida hacia la parte distal (al menos en flores pistiladas) y frutos globulosos, con una semilla por lóculo; además, se caracteriza por hábito arborescente, partes vegetativas esparcida a densamente pubescentes (al menos en ramitas terminales), hojas con hasta ocho

pares de foliolos e inflorescencias paniculadas.

Esta especie se podría relacionar con la ampliamente distribuida *G. glabra* Vahl al considerar los conceptos taxonómicos de Pennington (1981), que incluyen ovario tetra o pentalocular, pubescente, con un óvulo por lóculo, pétalos esparcidamente pubescentes, nunca alcanzando más de 12 mm de largo, frutos globulosos, no sobrepasando 2.5 cm de diámetro, nunca acostillados, esparcidamente pubescentes (al menos cuando inmaduros). Sin embargo, esta especie se distingue fácilmente por carecer de abundantes glándulas rojizas en el envés de los foliolos.

Con base en el trabajo de Coronado (2003) y utilizando los mismos conceptos taxonómicos de Pennington (1981) sobre el complejo de *G. glabra*, la nueva especie se podría relacionar con *G. bullata* Radlk., *G. glabrescens* (Hook. & Arn.) Blake y *G. petensis* Coronado -ined. Sin embargo, estas especies se distinguen igualmente por carecer de abundantes glándulas rojizas en el envés de los foliolos; además, la primera especie muestra mayor número de foliolos, hasta 24 pares, y los frutos tienen pericarpo más grueso, 3-7 mm, mientras las dos últimas presentan hojas con menor número de foliolos, hasta 4(-6) pares, flores estaminadas más pequeñas, con el cáliz hasta 0.5 mm de largo, los pétalos hasta 6.5 mm de largo y el tubo estaminal hasta 5 mm de largo.

ETIMOLOGÍA. El epíteto *adenophylla* (griego *adenos*, glándula, y *phyllon*, hoja) hace alusión a la presencia de glándulas rojizas y generalmente muy abundantes en el envés de los foliolos.

ESPECÍMENES EXAMINADOS. **COSTA RICA.** Vertiente Pacífica, Reserva, 1520-1580 m, 27 jul 1987 (fr), *V.J. Dryer* 1577 (MO). **Alajuela:** Naranjo, San José, 1400 m, 19 jul 1972 (fl, fr), *L.R. Holdridge* 6752 (CR). San Ramón, Colinas de Piedades cerca de San Ramón, 21 jun 1927, *A.M. Brenes* 5472 (CR); Reserva Biológica Manuel Brenes, 1100 m, 10°13'N, 84°36'W, 29 mayo 2002 (fr), *J. Homeier* 1112 (INB); Upala, Parque Nacional Guanacaste, Estación San Ramón, Dos Ríos, límite del parque, a 2 km de la casa, 550 m, 10°52'50"N, 85°24'05"W, 27 ene 1995 (fl), *F. Quesada* 217 (INB). **Guanacaste:** Liberia, Parque Nacional Guanacaste, Estación Pitilla, sendero El Mismo, finca La Pasmompa, 700 m, 11°02'00"N, 85°24'30"W, 9 dic 1990 (fr), *P. Ríos* 267 (INB); Tilarán, Las Nubes, Monte de los Olivos, finca Huber Barquero, 1500 m, 10°22'00"N, 84°50'40"W, 10 mar 1993 (fl), *E. Bello & E. Cruz* 4877 (INB); Río Chiquito, San Bosco river valley, 1000-1300 m, 10°23'N, 84°50'W, 28 ago 1986

(fr), *W. Haber* 5583 (CR, MO). **Heredia:** Sarapiquí, Parque Nacional Braulio Carrillo, Estación El Ceibo, 450-500 m, 10°20'N, 84°04'W, 14 mar 2003 (fr), *G. González* 3152 (INB); 9 km NO de Vara Blanca, Parque Nacional Braulio Carrillo, Estación Murillo, Proyecto ALAS, 1500 m, 10°14'N, 84°07'W, 13 abr 2005 (fr), *D. Solano et al.* 2169 (CR, INB). **Puntarenas:** Monteverde, around the Monteverde Nature Reserve, 1450-1650 m, 10°18'N, 84°47'W, 31 oct 1975 (fl), *W. Burger* 9651 (CR, DUKE, MO); orillas del Pantano Chomogo, 1600-1620, 13 dic 1976 (fr), *V.J. Dryer* 1055 (CR); Cerro Amigos, 1600-1620 m, 25 ene 1977 (fr), *V.J. Dryer* 1148 (CR); 1550 m, 10°48'N, 84°50'W, 22 ago 1984, *A. Gentry & W. Haber* 48817 (MO), *A. Gentry & W. Haber* 48828 (MO); 12-13 jul 1990, *A. Gentry* 71564 (MO), *A. Gentry* 71608 (MO); 1550 m, 23 ene 1979 (fl), *W. Haber* 274 (CR, MO); upper community, Cambell farm, 1500 m, 10°18'N, 84°48'W, 30 jul 1991 (fl, fr), *W. Haber* 10792 (CR, INB, MO); along Sendero El Río, 1550 m, 18 febr 1978 (fr), *G.S. Hartshorn* 2120 (CR, MO). **PANAMÁ.** **Bocas del Toro:** Campamento La Pata del Cedro, cerca del Río, 1525 m, 09°03'N, 82°43'W, 14 mar 2004 (fr), *E. Alfaro & A.K. Monro* 5557 (INB); along Bocas del Toro-Chiriquí border, Fortuna Dam area, 1200-1300 m, 8°45'N, 82°15'W, 6 mar 1986 (fr), *G. McPherson* 8627 (MO).

Guarea aguilarii Al. Rodr., sp. nova

Guarea aguilarii habitu arborescenti, foliis usque ad 24 foliolorum pares, inflorescentiis caulifloris vel ramifloris, petalis exterius sericeis, ovario solum ad basim pubescenti, duo per loculum superpositis ovulis, fructibus globulosis vel depresso-globulosis, conspicue costulatis dignoscenda.

TIPO: COSTA RICA. Puntarenas; Parque Nacional Corcovado, Llorona to Los Planes, 100 m, 8°36'N, 83°44'W, 25 mar 1989 (fr), *C. Kernan & P. Phillips* 1020 (Holotipo: INB). Fig. 2.

Árbol entre 13 y 30 m de altura, dioico. Tronco con corteza interna amarillenta; tallitos ferrugíneo-puberulentos en partes terminales, sin lenticelas. Hojas pinnadas, con una yema terminal de crecimiento intermitente; pecíolo 8-13 cm de largo, ferrugíneo-puberulento, lado adaxial aplanado y con bordes agudos; raquis 5-180 cm de largo, ferrugíneo-puberulento, subcuadrado, lado adaxial canaliculado, largo entre foliolos 3-12 cm; foliolos 1-24 pares, opuestos, peciúlulos 0.4-1.7 cm de largo x 3-3.5 mm

de ancho, subteretes; lámina 10-42 cm de largo y 6-17 cm de ancho, elíptica, oblongo-elíptica a oblongo-obovada, base cuneada, menos frecuente obtusa, ápice cuspidado o agudo, adaxial y abaxialmente nada a ligeramente discolora al secar, haz verde-grisáceo a grisáceo, sin o con inconspicuas papilas, envés rojizo a verde-grisáceo, esparcidamente puberulento, sin glándulas rojizas, foliolos proximales levemente reducidos, nervadura eucamptódroma, con 8-17 pares de venas secundarias. Inflorescencias caulifloras o ramifloras, solitarias o bi-trifasciculadas, tirso estrechos, 5-8 cm de largo, ramas laterales hasta 3 cm de largo, generalmente multifloras, péndulas, pedúnculo indefinido o hasta 1 cm de largo. Flores subsésiles o pedicels hasta 2 mm de largo, articulado, con 2-3 bracteolas entre 1.5 y 2.5 mm de largo. Flores estaminadas desconocidas. Flores pistiladas con cáliz 5-6 mm de largo, ciatiforme, puberulento, subtruncado a inconspicuamente denticulado; pétalos 5-6, 15-16 mm de largo y 1.5-2 mm de ancho, crema, ápice agudo, lado externo pardo sericeo, interno papilado; tubo estaminal 11-12 mm de largo y 4.5-5 mm de ancho, ápice denticulado, lado externo papilado; anterodios 12, 2.25-2.5 mm de largo y 0.3-0.5 mm de ancho, oblongos; ginóforo 1-1.5 mm de largo y 1.5-1.75 mm de ancho, glabro, nectario 1-1.2 mm de largo, conspicuo; ovario con 6 a 9 lóculos, 2.5-3 mm de largo y 2-2.5 mm de ancho, con 2 óvulos superpuestos por lóculo, esparcida a densamente sericeo en 1/4-3/4 partes basales, glabrescente en 1/4-3/4 partes distales; pistilo más pequeño o subigual al tubo estaminal, estilo 5-6 mm de largo, glabro, estigma 0.5-0.75 mm de largo y 2-2.25 mm de diámetro. Frutos 3-5 cm de largo y 3-5 cm de ancho, rojos al madurar, esparcidamente puberulentos, glabrescentes al madurar, globulosos a depreso-globulosos, con 6 a 9 costillas longitudinales, regulares y conspicuas, 6 a 9 lóculos, con lenticelas esparcidas, base obtusa, ápice obtuso a emarginado, ginóforo ca. 2 mm, pericarpo 5-12 mm de grosor; semillas 2 por lóculo, 1-1.5 cm de largo, subrodeadas por una sarcotesta anaranjada.

FENOLOGÍA. Flores en abril y setiembre; frutos en marzo y setiembre.

DISTRIBUCIÓN. Especie endémica en Costa Rica; se encuentra en bosques húmedos de la vertiente pacífica, en Puriscal-Los Santos, Fila Chonta y Nara y en Península de Osa-Golfito, a elevaciones entre 40 y 700 m.

Guarea aguilarii se reconoce por la combinación de los siguientes caracteres morfológicos: hábito

arborescente, hojas grandes, hasta con 24 pares de foliolos, el raquis hasta con 180 cm de largo, inflorescencias caulifloras a ramifloras, flores (al menos femeninas) con pétalos densamente seríceos en el lado externo, ovario pubescente sólo en su base, con 6 a 9 lóculos, con 2 óvulos superpuestos por lóculo, y frutos globulosos a depreso-globulosos, conspicuamente acostillados, con el pericarpo duro y grueso.

Al considerar hábito arborescente, foliolos grandes, flores con pétalos y ovario pubescentes, este último con dos óvulos superpuestos por lóculo y frutos frecuentemente caulifloros o ramifloros y acostillados, *G. aguilarii* se podría relacionar con las sudamericanas *G. carapoides* Harms, *G. casimiriana* Harms y *G. corrugata* Cuatrec., además, con *G. hoffmanniana* C. DC. y *G. rhopalocarpa* Radlk., ambas presentes en Costa Rica. Sin embargo, estas especies se distinguen debido a que tienen hojas con menor número de foliolos, nunca más de 15 pares, las inflorescencias llegan a ser más largas, entre 4 y 45 cm de largo, los lóbulos del cáliz generalmente son más conspicuos, el ovario es densamente pubescente en toda su extensión y los frutos son piriformes (desconocidos en *G. carapoides* y *G. casimiriana*).

Vegetativamente, es difícil distinguir *Guarea aguilarii* de la simpátrica *G. grandifolia* debido al hábito, las hojas grandes y el tamaño y la forma de los foliolos. Se diferencian debido a que *G. grandifolia* tiene corteza interna rosada (vs. amarillenta), las hojas más pequeñas, con el raquis no sobrepasando 110 cm de largo y los foliolos hasta 17 pares, la lámina de estos últimos también más pequeña, hasta 32 cm de largo y 10 cm de ancho y el envés presenta esparcidas y diminutas glándulas rojizas; además, las inflorescencias son evidentemente más grandes, entre 15 y 50 cm de largo, las flores tienen el ovario densamente pubescente en toda su extensión y los frutos son piriformes y nada a ligeramente acostillados.

ETIMOLOGÍA. El epíteto *aguilarii* es dedicado a Reinaldo Aguilar, botánico costarricense de trayectoria bien conocida, quien ha aportado excelentes especímenes de esta especie; además, como mérito a su tenaz e incansable dedicación al estudio de la flora costarricense, particularmente de su amada Península de Osa.

ESPECÍMENES EXAMINADOS. COSTA RICA. Puntarenas: Osa, Península de Osa, Quebrada Banegas, Aguabuena, 40-100 m, 8°40'30"N, 83°31'20"W, 25 set 1991 (fr), *R. Aguilar* 476 (INB, MO); fila antes de Rancho Quemado, cerca de Rincón, 300 m, 08°42'N, 83°33'W,

11 ene 1993, *A. Gentry* 78671 (INB); Fila Estero Guerra, Sierpe, 300 m, 08°34'30"N, 83°34'30"W, 27 set 1991 (fl), *J. Marín* 217 (MO). **San José:** Tarrazú, San Lorenzo, ladera oeste del Río Naranjito, 400-700 m, 09°33'10"N, 84°01'15"W, 3 abr 1997 (fl), *J. Sánchez et al.* 748 (CR).

***Guarea ciliata* Al. Rodr., sp. nova**

Species nova habitu fruticoso, apice foliolorum longo-acuminato, margine foliolorum ciliato, inflorescentiis brevibus et paucifloribus, corola et pistilo glabrescentibus, ovulo uno per ovarii loculum, fructibus globulosis, semine uno per loculum distincta est.

TIPO: COSTA RICA. HEREDIA. Sarapiquí, La Virgen, Estación Biológica La Selva, senderos aledaños a la Estación, 100 m, 10°26'00"N, 84°00'30"W, 5 febr 2004 (fr), *A. Rodríguez* 8400 (Holotipo: INB, isotipos: CR, F, GH, MO, NY). Fig. 3.

Arbusto entre 2.5 y 4 m de altura, dioico; tallitos glabrescentes, puberulentos en ramitas terminales, generalmente sin lenticelas. Hojas pinnadas, con yema terminal de crecimiento intermitente; pecíolo 1-7 cm de largo, puberulento, subterete a levemente aplanado en el lado adaxial, sin bordes agudos; raquis 2-60 cm de largo, puberulento, subcuadrado y levemente canaliculado adaxialmente, largo entre folíolos 2-7 cm; folíolos 1-9 pares, opuestos, peciólulos 0.2-0.6 cm de largo y 0.75-2.5 mm de ancho; lámina 3-19 cm de largo y 1-6 cm de ancho, elíptica, oblongo-elíptica, base cuneada, ápice acuminado a cuspidado, adaxial y abaxialmente concolora, verde a verdegrisácea al secar, haz papilado, envés glabro (aunque con tricomas esparcidos y cortos en los nervios principales y en el margen), con glándulas rojizas esparcidas e inconspicuas, nervadura eucamptódroma, 6-13 pares de venas secundarias. Inflorescencias axilares, ramifloras, caulifloras o subterminales, solitarias, racemosas, 1-2 cm de largo, paucifloras, erectas, pedúnculo casi indefinido, no sobrepasando 1 mm de largo. Flores con pedicelo 1-2 mm de largo, articulado y con 1 ó 2 bracteolas entre 0.25 y 0.5 mm de largo. Flores estaminadas con cáliz 0.75-1 mm de largo, pateliforme, esparcidamente piloso, lóbulos 4, incisos 1/5 o menos del tamaño del cáliz; pétalos 4, 5-6 mm de largo y 1.25-1.5 mm de ancho, rosados, ápice agudo, lado externo glabrescente a esparcidamente pubescente en la parte distal, interno papilado; tubo estaminal 4-4.5 mm de largo y 1.75-2 mm de ancho,

ápice crenulado, lado externo papilado; anteras 8, 0.5-0.6 mm de largo y 0.25-0.4 mm de ancho; ginóforo 0.5-0.75 mm de largo y 0.3-0.5 mm de ancho, glabro, nectario 0.25 mm de largo, levemente conspicuo; ovario 0.5-0.75 mm de largo y 0.5-0.75 mm de ancho, glabrescente o con tricomas esparcidos. Pistilo igual o sobrepasando levemente el tubo estaminal, estilo 1.75-2 mm de largo, glabro, estigma 0.25-0.4 mm de largo y 0.75-1 mm de ancho. Flores pistiladas no observadas. Frutos 1-2 cm de largo y 1-2 cm de ancho, globulosos, no acostillados, sin lenticelas, rojizos al madurar, esparcidamente pubescentes (glabrescentes con la edad), base obtusa, ápice obtuso a subtruncado, tetra o pentalocular, pericarpo 0.5-1.5 mm de grosor, ginóforo 0.5-1.5 mm de largo; semillas 1 por lóculo, ca. 1-1.5 cm de largo, subrodeadas por la sarcotesta.

DISTRIBUCIÓN. Costa Rica y Nicaragua. En ambos países habita en bosques húmedos de la vertiente caribe, en Nicaragua en la cuenca del Río San Juan, en la zona limítrofe con Costa Rica; en este país se conoce de las Llanuras de San Carlos y de Tortuguero, entre 0 y 200 m.

FENOLOGÍA. Flores en abril, junio, agosto y noviembre; frutos en febrero, marzo, mayo, julio y octubre.

Guarea ciliata se reconoce por la combinación de los siguientes caracteres morfológicos: hábito arbustivo, partes vegetativas puberulentas (al menos notorio en ramitas terminales), folíolos con el ápice generalmente largo-acuminado, envés glabrescente, margen ciliado, principalmente en hojas nuevas, haz diminutamente papilado, inflorescencias racemosas, cortas y paucifloras, flores con pétalos esparcidamente pubescentes hacia el ápice, corola y pistilo glabrescente, ovario tetra o pentalocular, con un óvulo por lóculo, frutos globulosos, tetra o pentaloculares, con una semilla por lóculo.

Esta especie se podría relacionar con *G. excelsa* Kunth, *G. gentryi* Coronado –ined, *G. glabra* Vahl, *G. kegelii* Turcz., *G. luxii* C. DC. y *G. tuerckheimii* C. DC., al considerar conceptos taxonómicos de Coronado (2003), que incluyen cáliz denticulado, pétalos esparcidamente pubescentes, ovario (tri-)tetra(-penta)locular, glabro y con un óvulo por lóculo. Sin embargo, estas especies se diferencian debido a que son árboles que generalmente alcanzan mayor tamaño, entre 3 y 35 m de altura, las hojas a menudo presentan domacios de tricomas en el envés (excepto en *G. kegelii*) y las inflorescencias en la mayoría de los casos son paniculadas, multifloras y más grandes,

(1)-6-20 cm. Además, *G. excelsa* y *G. kegelii* tienen pétalos más grandes, entre 7 y 9 mm de largo; *G. luxii* y *G. tuerckheimii* con frecuencia presentan mayor número de foliolos, hasta 12 pares, mientras que *G. gentryi* es distintiva porque tiene flores masculinas muy pequeñas, con pétalos entre 3 y 4 mm de largo, y tubo estaminal entre 2 y 3 mm de largo.

ETIMOLOGÍA. El epíteto latino *ciliata* hace referencia a los cilios o tricomas presentes en el margen de las hojas, principalmente en las nuevas.

ESPECÍMENES EXAMINADOS. NICARAGUA. Río San Juan: a lo largo del Río San Juan entre El Tambor y Remolinos, incluyendo el caño de San Francisco, 50-200 m, 10°45'N, 84°01'W, 10 jul 1994 (fr), R. Rueda *et al.* 1903 (MO). **COSTA RICA. Alajuela:** San Carlos, Pital, Boca Tapada, Finca Pipasa, Parcela Pipasa, 50-100 m, 10°41'10"N, 84°10'50"W, 21 mayo 2005 (fr), D. Solano 2771 (INB). **Heredia:** Puerto Viejo, Estación Biológica La Selva, 50-80 m, 10°26'N, 84°01'W, 8 abr 1988 (fl), G. Chaverri 287 (INB, MO); south of Puerto Viejo, 5 febr 1983 (fr), N. Garwood, M. Gibby, R. Hamshire & C. Humphries 1113 (CR); Finca La Selva, the OTS field station on the Río Puerto Viejo just E of its junction with Río Sarapiquí, 25 ago 1979 (fl), M.H. Grayum 2525 (DUKE, MO); 11 mar 1980 (fr), B. Hammel 8051 (CR, DUKE); 2 nov 1980 (fl), B. Hammel 10339 (DUKE); Paso Perdido trail cut, 25 jun 1984 (fl), Jacobs & Smith 2568 (DUKE); camino al lindero sur, 0-100 m, 10°26'N, 84°02'W, 1 oct 2003 (fr), R. Kriebel *et al.* 3985 (INB).

***Guarea constricta* Al. Rodr., sp. nova**

Species nova haec ab alteribus speciebus generis Guareae fructibus leviter et transverse inter semina constrictis, floribus fructibusque glabrescentibus, ovario tetraloculari, loculis cum duobus superpositis ovulis differt.

TIPO: COSTA RICA. San José; Pérez Zeledón, Savegre Abajo de Río Nuevo, finca de Victor Julio Mena, 700-1000 m, 9°27'20"N, 83°50'30"W, 10 febr 1999 (fl), A. Estrada 2016 (Holotipo: CR, isotipos: INB, MO). Fig. 4.

Árbol entre 6 y 20 m de altura. Tronco con corteza interna rosado pálido; tallitos glabrescentes y esparcidamente lenticelados. Hojas pinnadas, con una yema terminal de crecimiento intermitente; pecíolos

5-24 cm de largo, glabros, lado adaxial levemente aplanado, con bordes agudos únicamente hacia la base; raquis 5-40 cm de largo, glabro, subcuadrado, levemente canaliculado adaxialmente, largo entre foliolos 4-13 cm; foliolos 1-5 pares, opuestos, peciólulos 1-1.5 cm de largo y 1.5-5 mm de ancho; lámina 17-50 cm de largo y 7-20 cm de ancho, elíptica a obovada, base cuneada, menos frecuente obtusa, ápice agudo o cuspidado, adaxial y abaxialmente concolora, verde a verde-grisácea al secar, haz sin papilas, envés glabrescente y carente de glándulas rojizas, nervadura eucamptódroma, 6-20 pares de venas secundarias. Inflorescencias axilares o ramifloras, solitarias a fasciculadas, cimas paniculadas, 3-25 cm de largo, ramas laterales hasta 6 cm de largo, paucifloras a multifloras, erectas, pedúnculo desde casi indefinido hasta 5 cm de largo. Flores con pedicelos entre 1 y 5 mm de largo, articulados, con 1 ó 2 bracteolas entre 0.25 y 0.75 mm de largo. Flores estaminadas con cáliz 3.5-4.5 mm de largo, ciatiforme, glabrescente, lóbulos 3-4, levemente incisos o hasta 1/4 el tamaño del cáliz; pétalos 4, 14-16 mm de largo y 2.5-3.5 mm de ancho, blancos, ápice agudo, lado externo glabro, interno papilado; tubo estaminal 12.5-14 mm de largo y 3-4 mm de ancho, ápice crenulado, lado externo papilado; anteras 8, 1.75-2 mm de largo y 0.3-0.5 mm de ancho; ginóforo 1.25-1.5 mm de largo y 1-1.25 mm de ancho, glabro, nectario 1-1.25 mm de largo, levemente conspicuo; ovario 5-6 mm de largo y 1.75-2 mm de ancho, glabro; pistilo igual o sobrepasando levemente el tubo estaminal, estilo 3-4 mm de largo, glabro, estigma 0.5-0.7 mm de largo y ca. 1.5 mm de diámetro. Flores pistiladas con cáliz 3.5-4 mm de largo, ciatiforme, glabrescente, lóbulos 4-5, irregularmente partidos, incisos ca. 1/4 del tamaño del cáliz; pétalos 4, 10-15 mm de largo y 2-2.5 mm de ancho, blancos, ápice agudo, lado externo glabro, interno papilado hacia la parte distal; tubo estaminal 9-14 mm de largo y 4-4.5 mm de ancho, ápice denticulado, lado externo glabro; anteroides 9, 1.5-1.75 mm de largo; ginóforo 1.75-2 mm de largo y 1-1.2 mm de ancho, glabro, nectario apenas diferenciado; ovario glabro, tetralocular, lóculos con 2 óvulos superpuestos; pistilo subigual al tubo estaminal, estilo 4-5 mm de largo, estigma 0.5-0.7 mm de largo y 1.25-1.5 mm de diámetro. Frutos 4-7 cm de largo y 2-4 cm de ancho, piriformes, no acostillados, levemente constrictos entre las semillas (notorio principalmente en material seco), con lenticelas esparcidas, base atenuada, ápice obtuso, glabros, tetraloculares, ginóforo 2.5-3 mm de largo, grosor del pericarpo no observado; semillas no observadas.

DISTRIBUCIÓN. Especie endémica en Costa Rica; habita en bosques húmedos de la vertiente pacífica en Puriscal-Los Santos, Tárcoles-Térraba, Fila Costeña Norte, Fila Costeña Sur y Península de Osa, entre 150 y 1140 m de elevación.

FENOLOGÍA. Flores en enero, febrero, marzo y junio; frutos en marzo y abril.

Guarea constricta se distingue de otras especies de *Guarea* por mostrar frutos leve y transversalmente constrictos entre las semillas (notorio principalmente en frutos maduros y secos); además, se caracteriza por ser una especie arborescente, con foliolos muy grandes (aunque no produce más de cinco pares por hoja), partes vegetativas, flores y frutos glabrescentes, flores con ovario tetralocular, lóculos con dos óvulos superpuestos y frutos piriformes no acostillados.

En la Amazonia de Brasil y Perú se encuentra otra especie con frutos constrictos, *G. guentheri* Harms, pero se diferencia ya que muestra pétalos y ovario pubescentes y envés de las hojas esparcidamente pubescente con papilas rojizas. Esta especie se podría relacionar con la ampliamente distribuida *G. kunthiana* A. Juss. y la sudamericana *G. silvatica* C. DC. por presentar ovario glabro, tetralocular, con dos óvulos superpuestos por lóculo. Sin embargo, *G. kunthiana* se distingue ya que las hojas presentan mayor número de foliolos, hasta 10 pares, los peciolas son más cortos, no sobrepasan 8 cm de largo, las inflorescencias tienen ramas laterales más largas, hasta 21 cm de largo, los pétalos son ferrugíneo-seríceos en el lado externo, las flores masculinas tienen el tubo estaminal más corto, entre 7 y 10 mm de largo, y los frutos son elipsoides, nunca constrictos. *G. silvatica* se diferencia por frutos testiculados, inflorescencias con ramas laterales casi obsoletas y ovario con frecuencia bi o trilocular. *G. constricta* también se puede comparar con *G. inesiana* Al. Rodr. (ver comentarios bajo esta especie).

ETIMOLOGÍA. El epíteto latino *constricta* hace referencia a los frutos constrictos que caracterizan a esta especie.

ESPECÍMENES EXAMINADOS. **COSTA RICA.** **Puntarenas:** Puntarenas: Golfito, Parque Nacional Esquinas, Fila Costeña Cruces, 500 m, 08°41'N, 83°15'W, 27 mar 1999 (fl), *W. Huber & A. Weissenhofer 1566* (CR); Península de Osa, Reserva Forestal Golfo Dulce, trocha de La Tarde rd. 10 km SW of La Palma, S of Rincón de Osa, 150-200 m, 08°37'N, 83°28'W, 28 abr 1988 (fr), *B. Hammel 16760* (INB, MO). **San José:** Dota, San Isidro, 2 km antes de San Isidro, 600-700, 09°29'00"N, 84°01'20"W, 4 mar 2005 (fr), *D.*

Santamaría 934 (INB); Pérez Zeledón, Tinamaste, Finca Los Suizos, 650 m, 09°17'54"N, 83°46'20"W, 13 abr 1999 (fr), *A. Estrada 2165* (CR); Finca Tinamaste, 1140 m, 24 abr 1997 (fr), *A. Rodríguez 2139* (INB); Puriscal, Santa Rosa, Zona Protectora La Cangreja, 500 m, 09°42'28"N, 84°23'38"W, 6 ene 1993 (fl), *J.F. Morales 1028* (INB); Tarrazú, San Lorenzo, Quebrada Salitrillo, a 1 km del cruce de San Isidro y la ruta del Cerro Nara, 09°28'27"N, 84°02'10"W, 20 may 2005 (fr), *A. Rodríguez 9617* (INB).

Guarea corticosa Al. Rodr., *sp. nova*

Guarea corticosa habitu fruticoso, monopodico vel pauper ramificato, ramulis suberosis, foliolis magnis, inflorescentiis caulifloris, brevibus, paucifloris, corola pistiloque dense pubescentibus, duo superpositis ovulis per ovarii loculum, fructibus costulatis, seminibus duobus per loculum differt.

TIPO: COSTA RICA. Puntarenas; Reserva Forestal Golfo Dulce, Rincón de Osa, Quebrada Banegas, 40-100 m, 8°40'25"N, 83°31'20"W, 25 sept 1991 (fr), *R. Aguilar 488* (Holotipo: INB, isotipo: MO). Fig. 5.

Arbusto entre 2 y 3 m de altura, monopódico a cortamente ramificado, dioico. Tronco con lado externo de la corteza suberoso; tallitos glabrescentes a esparcidamente puberulentos en ramitas terminales, con lenticelas esparcidas. Hojas pinnadas, con una yema terminal de crecimiento intermitente; peciolas 5-12 cm de largo, puberulentos a glabrescentes con la edad, lado adaxial aplanado y con bordes agudos; raquis 5-70 cm de largo, puberulento a glabrescente con la edad, terete a subcuadrado y levemente canaliculado en el lado adaxial, largo entre foliolos 3-15 cm; foliolos 1-7 pares, opuestos, peciólulos 0.2-0.5 cm de largo y 3-4.5 mm de ancho; lámina 10-38 cm de largo y 5-20 cm de ancho, elíptica a obovado-elíptica, base cuneada, ápice cuspidado a corto acuminado, abaxial y adaxialmente concolora, verde-grisácea a verde-pajiza al secar, en ocasiones levemente discolora, haz diminutamente papilado, principalmente hacia el nervio central, en ocasiones papilas ausentes, envés glabrescente, con glándulas rojizas diminutas y esparcidas, foliolos proximales levemente reducidos, nervadura eucamptódroma, 7-19 pares de venas secundarias. Inflorescencias axilares, ramifloras o caulifloras, solitarias a trifasciculadas, racemosas a cimosas, 1-4 cm de largo, paucifloras, más o menos erectas, pedúnculo indefinido. Flores subsésiles o pedicelos hasta 2 mm de largo, articulados, con 1

ó 2 bracteolas entre 0.25 y 0.5 mm de largo. Flores estaminadas con cáliz 3.5-4.5 mm de largo, ciatiforme, adpreso, esparcida y cortamente pubescente, lóbulos 3-4, hasta 1/4 del tamaño del cáliz; pétalos 4, 11-12.5 mm de largo y 1.75-2.5 mm de ancho, crema, ápice agudo, lado externo pardo-seríceo, interno papilado, principalmente hacia la parte distal; tubo estaminal 9.5-10.5 mm de largo y 3-3.5 mm de ancho, ápice crenulado, lado externo papilado; anteras 8, 1.75-2 mm de largo y 0.3-0.5 mm de ancho; ginóforo 1-1.25 mm de largo y 0.8-1.25 mm de ancho, glabro, nectario inconspicuo; ovario 2-2.5 mm de largo y 1.5-1.7 mm de ancho, seríceo; pistilo sobrepasando levemente el tubo estaminal, estilo 6-6.5 mm de largo, seríceo, estigma *ca.* 0.8 mm de largo y *ca.* 1 mm de ancho. Flores pistiladas con cáliz 3-4 mm de largo, ciatiforme, adpreso, esparcida y cortamente pubescente, lóbulos 4-6, apenas definidos o hasta 1/4 del tamaño del cáliz; pétalos 4-5, 11-12 mm de largo y 2.5-3 mm de ancho, crema, ápice agudo, lado externo pardo-seríceo, interno papilado, principalmente hacia la parte distal; tubo estaminal 7-8 mm de largo y *ca.* 3.5 mm de ancho, ápice crenado, lado externo glabro; anteroides 8-9, 1.25-1.5 mm de largo y 0.45-0.6 mm de ancho; ginóforo 0.75-1 mm de largo y *ca.* 1.5 mm de ancho, glabro, nectario 0.3-0.5 mm de largo, inconspicuo; ovario seríceo, con 4-6(-8) lóculos, 2-2.5 mm de largo y 2-2.5 mm de ancho, con 2 óvulos superpuestos por lóculo; pistilo subigual al tubo estaminal, estilo 2.5-3 mm de largo, seríceo, estigma 0.5-0.75 mm de largo y 1-1.25 mm de ancho. Frutos 2-4 cm de largo y 2-3 cm de ancho, globulosos a globuloso-piriformes, con numerosas costillas longitudinales, conspicuas e irregulares, lenticelas ausentes, base obtusa, truncada a cuneada, ápice obtuso, truncado o emarginado, con 4-6(-8) lóculos, ginóforo puberulento, *ca.* 1 mm de largo, pericarpo 1-5 mm de grosor; semillas 2 por lóculo, 0.8-1.2 cm de largo, subdeadas por la sarcotesta, con frecuencia algunas estériles.

DISTRIBUCIÓN. Endémica en Costa Rica; habita en bosques húmedos de la vertiente pacífica en Puriscal-Los Santos y Península de Osa-Golfito, entre 100 y 500 m.

FENOLOGÍA. Flores en febrero y mayo; frutos en febrero y setiembre.

Guarea corticosa se distingue de otras especies del género, exceptuando la sudamericana *G. carinata* Ducke, por mostrar tallitos suberosos (notorio principalmente en plantas vivas); además, se caracteriza por el hábito arbustivo, monopódico a poco

ramificado, foliolos grandes hasta en siete pares, con peciólulos reducidos, la mayoría de inflorescencias caulífloras, producidas desde la base del tronco, cortas, paucifloras, y flores con corola y pistilo densamente pubescentes, ovario con 4-6(-8) lóculos, lóculos con dos óvulos superpuestos, frutos solitarios, con numerosas costillas longitudinales, conspicuas e irregulares, y dos semillas por lóculo.

Esta especie está estrechamente relacionada con la sudamericana *G. carinata* por la corteza suberizada, flores con pétalos seríceos, ovario pubescente, con (4-) 5-6(-8) lóculos, lóculos con dos óvulos superpuestos y frutos conspicua e irregularmente acostillados. Se diferencian porque *G. carinata* tiene hábito arborescente, entre 8 y 22 m de altura, ramitas terminales, peciós, raquis de las hojas, envés de los foliolos y frutos (al menos cuando inmaduros) densamente pubescentes, pardo a ferrugíneo velutino, foliolos generalmente más pequeños, hasta 27 cm de largo y 9(-12) cm de ancho, inflorescencias no producidas desde la base del tronco y pétalos más largos, entre 14 y 17 cm.

También *G. cristata* T.D. Penn., de Sudamérica, y *G. macrocalyx*, endémica en Costa Rica, son especies afines a *G. corticosa* debido a que poseen flores con pétalos seríceos, ovario tetra a hexalocular, pubescente, lóculos con dos óvulos superpuestos y frutos conspicua e irregularmente acostillados. Ambas especies son fáciles de distinguir de *G. corticosa*, ya que carecen de corteza suberizada y las inflorescencias no se producen desde la base del tronco; además, *G. cristata* tiene foliolos más pequeños, hasta 26 cm de largo y 5.5 cm de ancho, y más numerosos, hasta 13 pares, la nervadura es braquidódroma y los frutos tienen costillas más conspicuas, casi como alas; mientras tanto, *G. macrocalyx* se distingue por flores con cáliz de gran tamaño, (6-)10-15 mm (al menos en flores masculinas), bi o trilobado, lóbulos con una o dos carinas evidentes y con un ápice espinuloso, peciólulos más largos, hasta 2 cm, e inflorescencias más largas, hasta 16 cm.

Material de esta especie ha sido erróneamente identificado como la simpátrica *G. grandifolia* DC.; sin embargo, los árboles de esta especie alcanzan mayor altura, entre 9 y 25 m, las hojas tienen mayor número de foliolos, hasta 17 pares, las inflorescencias son conspicuamente más grandes, entre 15 y 50 cm de largo, y los frutos son nada a ligeramente acostillados.

ETIMOLOGÍA. El epíteto latino *corticosa* (= corchosa, del latín *cortex*, corteza o corcho) hace alusión a la

corteza notablemente suberizada.

ESPECÍMENES EXAMINADOS. **COSTA RICA. Puntarenas:** Reserva Forestal Golfo Dulce, Rincón, entrada a Chocuaco, 100-120 m, 08°44'00"N, 83°26'40"W, 4 sept 1991 (fr), *R. Aguilar 312* (INB); Parque Nacional Corcovado, Los Planes, bosque comunal La Gloria, 100-120 m, 08°37'30"N, 83°40'50"W, 16 febr 1991 (fl, fr), *G. Cordero 253* (INB, MO); camino entre Rincón y Rancho Quemado, 100 m, 08°40'10"N, 83°30'30"W, 29 mayo 2003 (fl), *A. Rodríguez 8011* (INB).

***Guarea inesiana* Al Rodr., sp. nova**

A omnibus speciebus generis Guareae domatiis patentibus sub foliolis, floribus cum duobus per loculum superpositis ovulis fructibusque per loculum duobus seminibus continentibus distinguenda.

TIPO: COSTA RICA. San José; Dota, Copey, Providencia, 09°33'01"N, 83°51'36"W, 1720 m, 10 jun 2005 (fr), *A. Rodríguez 9624* (Holotipo: INB, isotipos: CR, GH, MO). Fig. 6.

Árbol entre 15 y 35 m de altura, dioico. Tronco con corteza interna rosada; tallitos puberulentos, al menos en ramitas terminales, esparcidamente lenticelados. Hojas pinnadas, con una yema terminal de crecimiento intermitente, con frecuencia obsoleta en hojas viejas; peciolas 2-10 cm de largo, esparcidamente puberulentos, glabrescentes con la edad, aplanados a subteretes en hojas viejas, bordes levemente agudos; raquis 3-45 cm de largo, glabrescente, aplanado y ligeramente canaliculado en el lado adaxial, subterete con la edad, largo entre foliolos 2-7 cm; foliolos 1-9 pares, opuestos, peciólulos 0.5-1.5 cm de largo y 2.5-4.5 mm de ancho; lámina 9-33 cm de largo y 5-12.5 cm de ancho, oblongo-elíptica, oblongo-obovada u oblongo-lanceolada, adaxial y abaxialmente concolora, verde-grisácea a rojizo-grisácea al secar, haz sin papilas, envés grabrescente, aunque con conspicuos domacios de tricomas en las axilas formadas en el cruce de la vena central con las secundarias, sin glándulas rojizas, base obtusa o cuneada, ápice agudo o cuspidado, nervadura eucamptódroma, 6-16 pares de venas secundarias. Inflorescencias axilares o ramifloras, solitarias o pareadas, paniculadas, 5-8 cm de largo, ramas laterales hasta 5 cm de largo, multifloras, erectas, pedúnculo hasta 1 cm de largo, aunque con frecuencia indefinido. Flores con pedicelos 1-5 mm de largo, articulado, con un par de bracteolas entre 0.7 y 1.25 mm de largo. Flores estaminadas con

cáliz 2.5-3.5 mm de largo, ciatiforme, esparcida y diminutamente estrigoso, lóbulos 3-4, incisos entre 1/5 y 1/4 del tamaño del cáliz; pétalos 4, blancos, 12-15 mm de largo y 2.5-5 mm de ancho, ápice agudo, lado externo glabrescente a esparcidamente pubescente en la parte distal, interno papilado; tubo estaminal 10-13 mm de largo y 4-6 mm de ancho, ápice subtruncado a diminutamente denticulado, lado externo papilado; anteras 8-9, 1.5-1.75 mm de largo y 0.6-0.75 mm de ancho; ginóforo glabro, 1.25-1.5 mm de largo y 1.5-1.75 mm de ancho, nectario 1-1.5 mm de largo, levemente conspicuo; ovario 3-4 mm de largo y 2-2.5 mm de ancho, glabro; pistilo igual o sobrepasando levemente el tubo estaminal, estilo 5.5-6 mm de largo, glabro, estigma 0.5-0.9 mm de largo y 1.5-1.75 mm de diámetro. Flores pistiladas con cáliz 2.5-3.5 mm de largo, pateliforme a ciatiforme, esparcida y diminutamente estrigoso, lóbulos 4, incisos entre 1/4 y 1/2 del tamaño del cáliz; pétalos 4, 11-12 mm de largo y ca. 2.5 mm de ancho, ápice agudo, lado externo glabrescente a esparcidamente pubescente en la parte distal, interno papilado; tubo estaminal 8.5-10 mm de largo y 4-5 mm de ancho, ápice crenulado, lado externo papilado; anteroides 8-9, 1-1.25 mm de largo y ca. 0.3 mm de ancho; ginóforo glabro, 0.8-1 mm de largo y ca. 2 mm de ancho, nectario ca. 1 mm, inconspicuo; ovario tetralocular, 2-2.5 mm de largo y 2.5-3 mm de ancho, glabrescente o con tricomas diminutos y esparcidos, lóculos con 2 óvulos superpuestos; pistilo subigual o excediendo levemente el tubo estaminal, estilo 3.5-4 mm de largo, glabro, estigma ca. 0.3 mm de largo y ca. 0.75 mm de ancho. Frutos 5-8 cm de largo y 5-8 cm de ancho, elipsoides, no acostillados, a menudo lenticelados, rojos al madurar, glabros, tetraloculares, ginóforo 3-4 mm de largo, base y ápice obtusos, pericarpo 10-15 mm de grosor; semillas 2 por lóculo, 1.5-2.5 cm de largo, subrodeadas por la sarcotesta.

DISTRIBUCIÓN. Especie endémica en Costa Rica; notablemente rara, habita en los bosques pluviales de la vertiente pacífica en la Cordillera Central (Bosque Eterno de los Niños, Grecia) y en la Cordillera de Talamanca (San Gerardo y Providencia, Dota), 1680-1720 m.

FENOLOGÍA. Flores en enero y marzo; frutos en marzo y junio.

Guarea inesiana se reconoce fácilmente entre otras especies del género por la combinación de los siguientes caracteres: domacios conspicuos en el envés de los foliolos, flores con dos óvulos superpuestos por lóculo y frutos con dos semillas por lóculo; además, se

caracteriza por hábito arborescente, flores con pétalos glabrescentes a esparcidamente pubescentes en la parte distal, pistilo glabro a glabrescente y frutos grandes, elipsoides, no acostillados, glabros y con un pericarpio grueso y leñoso.

Esta especie está relacionada con *G. kunthiana* A. Juss. por las flores con ovario tetralocular, glabro, con dos óvulos superpuestos por lóculo, y frutos elipsoides. Sin embargo, *G. kunthiana* se distingue porque carece de domacios en el envés de los foliolos, las inflorescencias y ramas laterales son más largas (las primeras hasta 35 cm, las segundas hasta 21 cm), las flores femeninas tienen pétalos ferrugíneo-seríceos en el lado externo, el ginóforo llega a ser más largo (1.25-1.5 mm) y los frutos son generalmente más pequeños (2-5 cm) y con un pericarpio más delgado (3-9 mm).

Guarea inesiana también es afín a *G. constricta*, especie aquí descrita, por las flores con pétalos glabros, ovario tetralocular, glabro, con dos óvulos superpuestos por lóculo. *Guarea constricta* se distingue por las hojas con menor número de foliolos (hasta 5 pares), ausencia de domacios y frutos piriformes, levemente constrictos entre las semillas.

Según Coronado (2003), otras especies frecuentemente observadas con domacios son *G. chiricana* Standl., *G. excelsa* Kunth, *G. microcarpa* C. DC. y la inédita *G. gentryi* Coronado, pero se distinguen ya que todas presentan ovario unilocular y frutos más pequeños, con sólo una semilla por lóculo. Especímenes de herbario de esta especie han sido erróneamente identificados como *G. excelsa*, *G. glabra* Vahl, *G. grandifolia* DC. y *G. kunthiana*.

ETIMOLOGÍA. El epíteto de esta especie, *inesiana*, está dedicado a Inés González, mi madre, por su apoyo constante en mi diario caminar.

ESPECÍMENES EXAMINADOS. **COSTA RICA.** **Alajuela:** Grecia, Bosque Eterno de los Niños, sendero hacia el Río Achioté, 10°08'30"N, 84°14'50"W, 1680 m, 24 ene 1995 (fl), *L. Acosta 1680* (INB); Quebrada Achioté, 4 mar 1959, *San Román s.n.* (CR-36677), *San Román s.n.* (CR-201084); Reserva Forestal Grecia, Bosque Eterno de los Niños, Sendero Pinares, 10°08'40"N, 84°15'01"W, 1740 m, 30 de mar 2006 (fl), *L.D. Vargas 1233* (INB). **San José:** Santa María de Dota, 24 jun 1994 (fr), *L. González 146* (CR).

***Guarea macrocalyx* Al. Rodr., sp. nova**

Species novae haec a omnibus speciebus generis Guareae florum calyce permagno, bi- vel trilobato,

magnitudini lobulorum regulari, uni vel bicarinatis, ad apicem spinulosis dignoscenda est.

TIPO: COSTA RICA. San José; Pérez Zeledón, Tinamaste, Finca de los Suizos, 700 m, 09°17'54"N, 83°46'20"W, 9 jun 1997, (fl) *A. Estrada 832* (Holotipo: CR, isotipo: INB). Fig. 7.

Arbusto o árbol entre (1.5-)3 y 8 m de altura. Tallitos pardo-puberulentos en ramitas terminales, aunque glabrescentes con la edad, con o sin lenticelas esparcidas. Hojas pinnadas, con una yema terminal de crecimiento intermitente; pecíolos 9-20 cm de largo, puberulentos, lado adaxial aplanado y con bordes agudos; raquis 20-50 cm de largo, puberulento, subcuadrado y levemente canaliculado en el lado adaxial, largo entre foliolos 3-10 cm; foliolos 1-7 pares, opuestos o subopuestos, peciólulos 1.2-2 cm de largo y 2-3 mm de ancho; lámina 12-31 cm de largo y 7-16 cm de ancho, oblongo-elíptica a oblongo-lanceolada, adaxial y abaxialmente concolora, verde-grisácea al secar, haz con papilas restringidas al nervio central, envés glabrescente, con glándulas rojizas diminutas y esparcidas, base cuneada a obtusa, ápice cuspidado, nervadura eucamptódroma, 10-17 pares de venas secundarias. Inflorescencias axilares o ramifloras, solitarias, tirso estrechos de apariencia racemosa, 11-25 cm de largo, ramas laterales hasta 5 cm de largo, multifloras, erectas o péndulas, pedúnculo hasta ca. 0.5 cm de largo, en ocasiones indefinido. Flores con pedicelo entre 2 y 5 mm de largo, articulado, con 1 ó 2 bracteolas entre 5 y 7 mm de largo. Flores estaminadas con cáliz (6-)10-14 mm de largo, ciatiforme, esparcidamente puberulento, bi o trilobado, lóbulos irregulares y profundamente partidos, incisos 1/2-5/4 del tamaño del cáliz; pétalos 4-6, blancos, 12-14 mm de largo y 3.5-5 mm de ancho, ápice agudo, lado externo seríceo, interno papilado hacia la parte distal; tubo estaminal ca. 9 mm de largo y ca. 4 mm de ancho, ápice crenulado, lado externo papilado; anteras 8-9, 1.75-2.5 mm de largo y 0.4-0.6 mm de ancho; ginóforo glabro, 0.4-0.75 mm de largo y 1.75-2 mm de ancho, nectario 0.25-0.5 mm de largo, conspicuo; ovario 1.5-1.75 mm de largo y ca. 2.5 mm de ancho, densamente pubescente; pistilo no sobrepasando el tubo estaminal, estilo 5-6 mm de largo, densamente pubescente o pubescente sólo en la base, estigma 0.5-0.6 mm de largo y 1.5-1.8 mm de diámetro. Flores pistiladas desconocidas. Frutos 5-8 cm de largo y 4-5.5 cm de ancho, piriformes o subglobulosos cuando inmaduros, con numerosas y conspicuas costillas longitudinales (casi como alas), sin lenticelas, densamente ferrugíneo-puberulentos, tetra o pentaloculares, base

atenuada a obtusa, ápice obtuso a truncado, ginóforo 1-2 mm de largo, pericarpo 2-7 mm de grosor; semillas 2 por lóculo, 1.3-2 cm de largo, subrodeadas por la sarcotesta.

DISTRIBUCIÓN. Especie endémica en Costa Rica; se conoce en bosques húmedos de la vertiente caribe en Baja Talamanca, en la vertiente pacífica en Fila Costeña norte (Fila Tinamaste) y Península de Osa-Golfito, entre 0 y 900 m.

FENOLOGÍA. Flores en enero y diciembre; frutos en julio y agosto.

Guarea macrocalyx se distingue entre las especies del género por las flores con cáliz de gran tamaño, bi o trilobado, lóbulos generalmente con tamaño irregular, con una o dos carinas conspicuas y el ápice espinuloso; También se caracteriza por ser un arbusto o arbolito pequeño con foliolos grandes, inflorescencias de apariencia racemosa, flores con la corola y el ovario densamente pubescentes, ovario tetra o pentalocular, lóculos con dos óvulos superpuestos y frutos piriformes o subglobulosos cuando inmaduros, con costillas longitudinales conspicuas, casi como alas.

Esta especie está estrechamente relacionada con la sudamericana *G. trunciflora* C. DC. por las flores grandes y de similar tamaño, cáliz entre 7 y 8 mm de largo, pétalos entre 11 y 14 mm de largo y tubo estaminal entre 8.5 y 10 mm de largo; además, el cáliz muestra dos a cuatro lóbulos irregulares, el lado externo de los pétalos y el ovario son pubescentes y el ovario es tetra o pentalocular, con 2 óvulos superpuestos por lóculo. Esta última se diferencia debido a que tiene tallitos ferrugíneo-tomentosos, hojas con peciólulos más cortos, entre 2 y 4 mm de largo, con hasta 13 pares de foliolos, envés puberulento, tirso piramidales laxamente ramificados y cáliz generalmente más pequeño, hasta 8 mm.

Guarea macrocalyx se podría relacionar, también, con la centroamericana *G. rhopalocarpa* Radlk. y con las sudamericanas *G. caulobotrys* Cuatrec. y *G. cristata* T.D. Penn., porque las cuatro comparten pétalos y pistilos pubescentes, ovario tetra o pentalocular, lóculos con dos óvulos superpuestos y frutos acostillados. Estas especies se distinguen de *G. macrocalyx* por las flores con cáliz más pequeño, entre 2.5 y 7 mm, lóbulos regulares, sin carinas y no espinulosos distalmente.

ETIMOLOGÍA. El epíteto griego *macrocalyx* hace alusión al gran cáliz que presenta la especie, que la hace distintiva en el género.

ESPECÍMENES EXAMINADOS. **COSTA RICA.** **Limón:** Talamanca, cuenca del Sixaola, San Miguel, 30-100 m, 09°34'30"N, 82°40'00"W, 21 ene 1997 (fl), *J. González 1711* (INB). **Puntarenas:** Golfito, Jiménez, Dos Brazos de Río Tigre, Cerro Rincón, 745 m, 08°31'35"N, 83°28'12"W, 28 ago 1990 (fr), *G. Herrera 4162* (INB); Osa, Reserva Forestal Golfo Dulce, Aguabuena, después de la fila Casaloma, camino viejo a Sierpe, 350 m, 08°43'N, 83°32'W, 24 dic 1991 (fl), *R. Aguilar 790* (INB); Fila Costeña, Río Piedras Blancas, 2 km al norte, alrededores de Cerro Anguciana, 900 m, 08°49'30"N, 83°11'45"W, 28 jul 1993 (fr), *R. Aguilar 2957* (CR, INB); Sierpe, San Juan, siguiendo la fila entre Guerra y San Juan, camino a Cerro Chocuaco, 630 m, 08°43'50"N, 83°33'35"W, 26 ene 1991 (fl), *H. Herrera 4876* (INB); Parque Nacional Corcovado, Sirena, Los Patos forest, 1-50 m, 08°28'N, 83°35'W, 8 jul 1989 (fr), *C. Kernan 1214* (INB).

Guarea montana Al. Rodr., sp. nova

Per sequentes characteres nova species haec Guarea montana distinguitur: Pecioli ad basem elongati et incrassati, corola pistilumque pubescentes, ovarium cum duobus per loculum superpositis ovulis, fructus saepe piriformi, non vel leviter costulati, semina duo per loculum.

TIPO: COSTA RICA. Puntarenas; Puntarenas, Cordillera de Tilarán, Reserva Biológica Monteverde, San Luis, Buen Amigo, camino a Veracruz, 1100 m, 10°16'33"N, 84°47'45"W, 7 mar 1994 (fl), *Z. Fuentes 653* (Holotipo: INB, isotipos: CR, MO). Fig. 8.

Árbol entre 6 y 25 m de altura. Tallitos esparcidamente puberulentos, en especial las ramitas terminales, con diminutas lenticelas. Hojas pinnadas, con una yema terminal de crecimiento intermitente; peciós 2-8 cm de largo, esparcidamente puberulentos, glabrados con la edad, lado adaxial aplanado y con bordes agudos; raquis 3-30 cm de largo, puberulento, glabrado con la edad, más o menos aplanado y canaliculado adaxialmente, largo entre foliolos 1.5-8 cm; foliolos 1-8 pares, opuestos, peciólulos 0.5-2.5 cm de largo y 1.5-4 mm de ancho; lámina 2.5-23 cm de largo y 1.5-7 cm de ancho, oblongo-elíptica, oblongo-obovada o lanceolada, adaxial y abaxialmente concolora, gris-verdosa o gris-rojiza al secar, haz sin papilas, envés glabrescente, sin glándulas rojizas, base cuneada a obtusa, ápice agudo o cuspidado, nervadura eucamptódroma, 7-14 pares de venas secundarias. Inflorescencias axilares o ramifloras, solitarias, tirso

estrechos, en ocasiones pareciendo racimos, 4-24 cm de largo, ramas laterales hasta 8 cm de largo, multifloras, erectas, pedúnculo hasta 1.5 cm de largo, a menudo indefinido. Flores con pedicelo 1-4 mm de largo, articulado, bracteolas 1-2, entre 0.5 y 0.75 mm de largo. Flores estaminadas con cáliz 2-4.75 mm de largo, ciatiforme, puberulento, lóbulos 4, incisos 1/4-3/4 del tamaño del cáliz; pétalos 4, 12-14 mm de largo y 4-6 mm de ancho, rojo-vino, ápice agudo, lado externo sericeo, interno papilado; tubo estaminal 8-10 mm de largo y 4-5 mm de ancho, ápice crenulado, lado externo papilado; anteras 8, 1.5-2 mm de largo y 0.6-0.8 mm de ancho; ginóforo glabro, 1.25-2 mm de largo y 1-1.25 mm de ancho, nectario 0.55-1.25 mm de largo, conspicuo; ovario 2.5-3 mm de largo y 1.75-2 mm de ancho, diminutamente sericeo; pistilo igual o sobrepasando levemente el tubo estaminal, estilo 4.5-5 mm de largo, esparcidamente pubescente, estigma 0.3-0.5 mm de largo y *ca.* 1.5 mm de diámetro. Flores pistiladas con cáliz 2.5-3.5 mm de largo, ciatiforme, diminuta y esparcidamente estrigoso, lóbulos 4, incisos entre 1/4 y 3/4 del tamaño del cáliz; pétalos 4-6, 7-8 mm de largo y 2-3.5 mm de ancho, rosados a blancos, ápice agudo, lado externo sericeo, interno papilado; tubo estaminal 5.5-6.5 mm de largo y *ca.* 4 mm de ancho, ápice crenado, lado externo papilado; anteroides 8-10, 0.9-1.2 mm de largo; ginóforo glabro, 0.5-0.75 mm de largo y 1.3 mm de ancho, nectario 0.4-0.7 mm de largo, conspicuo; ovario tetra o pentalocular, sericeo, *ca.* 3 mm de largo y 2.5 mm de ancho, con 2 óvulos superpuestos por lóculo; pistilo subigual o sobrepasando levemente el tubo estaminal, estilo sericeo, 1.75-2.5 mm de largo, estigma *ca.* 0.3 mm de largo y 1.5 mm de ancho. Frutos 4-6 cm de largo y 2.5-4.5 cm de ancho, piriformes a raro subglobulosos, no acostillados o con numerosas e inconspicuas costillas, no lenticelados, base atenuada, menos frecuente obtusa, ápice obtuso, rojizos al madurar, puberulentos, tetraloculares, ginóforo 1.5-2 mm de largo, pericarpo 6-20 mm de grosor; semillas 2 por lóculo, 1.5-2 cm de largo, subrodeadas por la sarcotesta.

DISTRIBUCIÓN. Endémica en Costa Rica; habita en bosques pluviales de ambas vertientes de las cordilleras de Guanacaste y Tilarán, así como en la vertiente pacífica de la Cordillera de Talamanca (San Vito), entre 550 y 1580 m.

FENOLOGÍA. Flores entre enero y junio, además en diciembre; frutos entre enero y junio, también entre setiembre y diciembre.

Guarea montana se reconoce por la combinación de los siguientes caracteres: flores con corola y pistilo

pubescentes, ovario tetra o pentalocular, lóculos con dos óvulos superpuestos, frutos generalmente piriformes, nada o levemente acostillados, con pericarpo grueso, dos semillas por lóculo y foliolos con peciólulos alargados y engrosados en la base; además, se caracteriza por el hábito arborescente, inflorescencias estrechas y distribución geográfica en cordilleras.

Esta especie se podría relacionar con *G. cartaguenya* Cuatrec., *G. grandifolia* C. DC. y *G. rhopalocarpa* Radlk. por las flores con pétalos y pistilo pubescentes, lóculos con dos óvulos superpuestos, frutos piriformes, grandes, alcanzando más de 4 cm de largo, partes vegetativas puberulentas o glabrescentes y foliolos con nervadura eucamptódroma. *Guarea cartaguenya* y *G. grandifolia* se diferencian debido a que los peciólulos son más cortos, entre 0.4 y 1 cm, y las inflorescencias llegan a ser más grandes, hasta 50 cm de largo, con ramas laterales hasta 26 cm de largo; además, la primera tiene pétalos más grandes, hasta 17.5 mm de largo, y el envés de los foliolos crispado-puberulento, mientras que la segunda presenta hojas con mayor número de foliolos, hasta 17 pares, raquis más largo, hasta 110 cm y frutos con el pericarpo más delgado, entre 3.5 y 7 mm. *Guarea rhopalocarpa* es diferente a *G. montana* por tener estipelas en el ápice de los peciós (frecuentemente caedizas en especímenes de herbario), papilas en el haz de los foliolos, inflorescencias estrictamente racemosas, flores masculinas con pétalos más estrechos, entre 2 y 2.5 mm, frutos a menudo caulífloros, en la mayoría de los casos más acostillados, pericarpo generalmente más delgado, entre 4 y 9 mm, y generalmente es una especie de menor tamaño, entre 2 y 12 m de altura. *G. montana* se conoce con el nombre popular de zapote [de] mico.

ETIMOLOGÍA. Esta especie habita en zonas montañosas; a esto se refiere el epíteto latino *montana*.

ESPECÍMENES EXAMINADOS. COSTA RICA. Alajuela: Monteverde, Río Peñas Blancas, Quebrada Celeste, 850 m, 10°20'N, 84°42'W, 12 sept 1989 (fr), *E. Bello 1252* (INB); upper drainage of the Río Peñas Blancas below the Monteverde Cloud Forest Nature Reserve, 1250-1350 m, 09°17'N, 84°86'W, 26 febr 1977 (fr), *W. Burger 10786* (CR); 1500 m, 1 May 1975 (fr), *L.R. Holdridge 6832* (CR); Upala, Parque Nacional Guanacaste, Sector San Ramón, 550 m, 10°52'50"N, 85°24'05"W, 30 ene 1995 (fr), *U. Chavarria 1198* (CR); de Nueva Zelandia 1 km antes de Finca San Cristóbal, 550 m, 10°52'50"N, 85°24'05"W, 11 nov

1994 (fr), *R. Espinoza et al. 1185* (INB). **Guanacaste:** Liberia, Parque Nacional Guanacaste, Estación Cacao, 1100 m, 10°55'45"N 85°28'15"W, 3 jun 1990 (fr), *E. Alcázar 45* (CR, INB); *loc. cit.*, sendero a la cima, 1100 m, 10°55'33"N, 85°28'06"W, 18 mar 1998 (fl), *A. Rodríguez et al. 3123* (INB); sendero Nayo, 1100 m, 10°55'43"N, 85°28'10"W, 9 febr 1995 (fr), *E. Alfaro 57* (INB); west flank of Volcán Cacao, 10°55'32"N, 85°28'02"W, 21 jun 1994 (fr), *W. Alverson 2804* (CR); trail to Cacao summit, ca. 1 km from station, 1300 m, 10°55'48"N, 85°27'52"W, 15 mar 2003, *B. Boyle 7158* (INB); 1100 m, 10°55'45"N, 85°28'15"W, 17 dic 1990 (fr), *C. Chávez 487* (INB); 1100 m, 10°55'38"N, 85°29'38"W, 3 jun 1990 (fr), *R. Delgado 21* (INB); Sendero Arenal, 1100 m, 10°55'43"N, 85°28'10"W, 9 febr 1995 (fl), *B. Gamboa 55* (INB); Cerro Cacao, 1100 m, 10°55'43"N, 85°28'10"W, 8 febr 1995 (fr), *R. Villalobos 41* (INB); Sector San Ramón, 550 m, 10°52'50"N, 85°24'05"W, 30 ene 1995 (fr), *U. Chavarría 1198* (INB); Volcán Miravalles, 800 m, 10°42'N 85°07'W, 8 abr 1973 (fl), *W. Burger 9113* (CR, DUKE); three km N Santa Elena, Atlantic exposure near continental divide on Bello farm, 1500 m, 10°20'N, 84°50'W, 20 dic 1985 (fr), *W. Haber 3809* (CR); Hacienda Santa María, 800-900 m, 10°48'N, 85°49'W, 15 oct 1987 (fr), *G. Herrera 867* (CR); Parque Rincón de la Vieja, del Mirador siguiendo la Fila al Volcán Santa María, 1100-1200 m, 10°46'N, 85°49'W, 25 nov 1987 (fr), *G. Herrera 1397* (CR). **Puntarenas:** Monteverde, en potrero, 1520-1580 m, 11 ene 1977 (fr), *V.J. Dryer 1114* (CR); en cafetal del Valle San Luis, 1100-1150 m, 22 febr 1977 (fl), *V.J. Dryer 1209* (CR); en potrero cerca de la Reserva, 1520-1560 m, 5 abr 1977 (fr), *V.J. Dryer 1293* (CR, MO); en potreros, 1520-1560 m, 5 abr 1977 (fl), *V.J. Dryer 1328* (CR, MO); 1500-1560 m, 22 May 1977 (fl), *V.J. Dryer 1367* (CR); San Luis, Finca Buen Amigo, 1100 m, 10°16'30"N, 84°49'30"W, 23 mar 1993 (fl), *Z. Fuentes 267* (INB); private land to West side of road to reserve, 1420 m, 10°18'N, 84°48'W, 10 jun 1985 (fl), *M. H. Grayum 5401* (CR); along Río Guacimal in community Female, 1350 m, 20 abr 1979 (fl), *W. Haber 315* (CR); forest patches and pastures, 1400 m, 10°20'N, 84°50'W, 30 Dec 1985 (fl), *W. Haber 4028* (CR); 1400 m, 10°20'N, 84°50'W, 15 May 1986 (fl), *W. Haber 4932* (CR); 1500 m, 1 May 1975 (fl), *L.R. Holdridge 6832* (CR); Monteverde cloud forest and adjacent pasture lands, 1500 m, 19 May 1973 (fl), *J.L. Luteyn 3672* (DUKE); San Vito, Concepción de Agua Vita, 1200 m, 2 mar 1978 (fl), *T.D. Pennington 10146* (CR); Biological Reserve, 1500 m, 2 jun 1978 (fr), *T.D. Pennington 10153* (CR); pasture and forest remnants below Figueroas land, 1250 m, 26 ene 1984 (fr), *T.D. Pennington 11439* (CR).

***Guarea pilosa* Al. Rodr., sp. nova**

Frutex vel arbor parva, partes infertiles valde pubescentes, inflorescentiae pauciflorae, petali sparse pubescentes, ovarium sericeum, ovulum unum per loculum, fructus globulosi, semen unum per loculum; characteres praecedentes hanc novam speciem generis Guareae dignoscent.

TIPO: COSTA RICA. Alajuela; Parque Nacional Rincón de la Vieja, Río Jala Piedras, 3 km aguas abajo de la carretera, falda norte del Volcán Santa María, 500 m, 10°50'21"N, 85°16'04"W, 14 febr 1991 (fr), *G. Rivera 1098* (Holotipo: INB, isotipos: CR, MO). Fig. 9.

Arbusto o arbolito de 2 a 7 m de altura. Tallitos densamente pardo-hirsútulos, al menos en ramitas terminales, aunque hirsutos o pilosos en plantas juveniles, con o sin lenticelas esparcidas. Hojas pinnadas, con una yema terminal de crecimiento intermitente; pecíolos 1.5-7 cm de largo, pilosos o puberulentos, glabrescentes con la edad, subteretes, lado adaxial levemente aplanado y con bordes apenas agudos; raquis 2-70 cm de largo, piloso o puberulento, glabrescente con la edad, subcuadrado y levemente canaliculado en el lado adaxial, largo entre foliolos 2-10 cm; foliolos 1-8 pares, opuestos, peciólulos 0.3-1 cm de largo y 1-4 mm de ancho; lámina 1.5-29 cm de largo y 1-13 cm de ancho, elíptica a obovado-elíptica, adaxial y abaxialmente concolora, verde-grisácea al secar, haz sin papilas, envés esparcida a densamente pubescente, incluso en el margen del foliolo, sin glándulas rojizas, base cuneada a obtusa, ápice cuspidado a corto-acuminado, nervadura eucamptódroma, 9-20 pares de venas secundarias. Inflorescencias axilares o caulifloras, solitarias, racemosas, ca. 5 cm de largo, paucifloras, erectas, pedúnculo generalmente indefinido. Flores subsésiles o pedicelos hasta 2 mm de largo, articuladas, con un par de bracteolas entre 0.75 y 2 mm de largo. Flores estaminadas con cáliz 1-1.5 mm de largo, pateliforme, esparcidamente pubescente, lóbulos 4, incisos 1/5 del tamaño del cáliz; pétalos (4-)5, ca. 7 mm de largo y 1.5 mm de ancho, ápice agudo, lado externo esparcidamente pubescente, interno papilado; tubo estaminal ca. 5.5 mm de largo, ápice crenulado, lado externo papilado; anteras 7, ca. 0.6 mm de largo; ginóforo glabro, ca. 0.6 mm de largo, nectario 0.3-0.5 mm de largo, conspicuo; ovario seríceo, ca. 1.25 mm de largo y 1 mm de ancho; pistilo igual o sobrepasando levemente el tubo estaminal, estilo ca. 2 mm de largo, glabro. Flores pistiladas no observadas. Frutos ca. 1.5 cm de largo y 1.5 cm de ancho, globulosos, no

acostillados, base obtusa, ápice obtuso a subtruncado, rojizos al madurar, esparcidamente pubescentes a glabrescentes con la edad, tetraloculares, ginóforo *ca.* 2 mm de largo, pericarpo 1-1.5 mm de grosor; semillas 1 por lóculo, *ca.* 1 cm de largo, subrodeada por la sarcotesta.

DISTRIBUCIÓN. Costa Rica y Nicaragua. Se conoce en bosques húmedos y pluviales de la vertiente caribe de Nicaragua, en la cuenca del Río San Juan; en Costa Rica en las llanuras de San Carlos y de Tortuguero y en las cordilleras de Guanacaste, Tilarán, Central y Talamanca, entre 30 y 1300 m.

FENOLOGÍA. Flores en febrero y diciembre; frutos entre enero y marzo y en mayo, agosto y diciembre.

Guarea pilosa se reconoce por la combinación de los siguientes caracteres: arbusto o árbol pequeño, partes vegetativas, incluyendo el envés y el margen de los foliolos, densamente pubescentes, al menos en ramitas terminales, hasta ocho pares de foliolos, inflorescencias paucifloras, flores con pétalos esparcidamente pubescentes, ovario seríceo con un óvulo por lóculo y frutos globulosos, con pubescencia esparcida cuando inmaduros, glabrados con la edad, con una semilla por lóculo.

Esta especie está estrechamente relacionada con *Guarea bullata* Radlk., *G. chiricana* Standl., *G. donnell-smithii* C. DC. y *G. petensis* Coronado – ined., debido a la pubescencia de partes vegetativas, forma y tamaño de foliolos, ausencia de papilas en el haz y de glándulas rojizas en el envés de las hojas, tamaño de los pétalos, entre 5 y 7 mm, y ovario pubescente, con frecuencia tetralocular y con un óvulo por lóculo. Estas especies se distinguen debido a que son árboles que a menudo alcanzan mayor altura, entre 2 y 20 m, las partes vegetativas generalmente son menos pubescentes (excepto *G. donnell-smithii*) y las inflorescencias (tirso, panícula o racimo) son regularmente multifloras y más largas, entre 2 y 12 cm de largo. Además, *G. bullata* es distintiva debido a que presenta hojas con mayor número de foliolos, hasta 24 pares, con frecuencia abollados, y los frutos tienen el pericarpo más grueso, entre 3 y 7 mm. En *G. chiricana* y *G. petensis* la lámina foliar es más pequeña, hasta 18 cm de largo y 7 cm de ancho, los pétalos son glabros y el ovario es apenas pubescente. En *G. chiricana* los frutos a menudo son atenuados hacia la base. *Guarea donnell-smithii*, una especie restringida a la vertiente pacífica de Costa Rica, se caracteriza por mostrar peciólulos más cortos, entre

0.1 y 0.3 cm, inflorescencias ordinariamente más grandes, laxas y multifloras, entre 2 y 12 cm de largo, pétalos púrpura y con frecuencia densamente pubescentes.

ETIMOLOGÍA. El epíteto latino *pilosa* hace alusión a la pubescencia presente en las partes vegetativas de la planta.

ESPECÍMENES EXAMINADOS. NICARAGUA. Río San Juan: 1 km al E del Río Sábalos, 100 m, 11°02'N, 84°27'W, 21 febr 1984 (fr), *P.P. Moreno 23184* (MO); Quebrada Santa Crucita, 50 m, 11°02'N, 84°25'W, 27 febr 1984 (fr), *P.P. Moreno 23433* (MO); El Castillo, Reserva Indio-Maíz, Cerro El Diablo, 100 m, 11°01'N, 84°12'W, 10 dic 1998 (fr), *R. Rueda 9698* (INB). **COSTA RICA. Alajuela:** Reserva Biológica Monteverde, Río Peñas Blancas, 700-800 m, 10°21'N, 84°40'W, 26 mar 1990 (fr), *E. Bello 2065* (INB); 900 m, 10°19'N, 84°44'W, 12 May 1987 (fr), *W. Haber 7102* (MO); San Carlos, Pital, Boca Tapada, Finca Daniel Murillo, parcela permanente 9, 50-100 m, 10°42'02"N, 84°13'08"W, 5 jul 2005, *A. Rodríguez 9645* (INB); San Ramón, Ángeles, Bajo Rodríguez, entrando por Santa Rita, cuenca del Río Balsa, alrededores del río, 250-300 m, 10°17'50"N, 84°31'40"W, 29 abr 2004, *A. Rodríguez 9572* (INB); Golfito, Finca Virgilio Mena, 30-50 m, 10°50'08"N, 85°34'29"W, 5 mar 2005 (fr), *D. Solano 1994* (INB); **Guanacaste:** La Cruz, Área de Conservación Guanacaste, Estación Pitilla, 700 m, 10°59'26"N, 85°25'40"W, 11 sept 1990, *C. Moraga 59* (INB, MO); **Heredia:** Sarapiquí, La Virgen, Estación Biológica La Selva, the OTS Field Station on the Río Puerto Viejo just E of its junction with the Río Sarapiquí, 2 mar 1981 (fr), *J. Folsom 9163* (DUKE); at confluence of Río Sarapiquí and Río Puerto Viejo, Atlantic slope, 50-75 m, 10°26'N, 84°01'W, 28 ene 1989 (fr), *M.H. Grayum 9307* (DUKE, MO); senderos aledaños a la estación, 100 m, 10°26'00"N, 84°00'30"W, 4 febr 2004 (fr), *A. Rodríguez 8389* (INB); *A. Rodríguez 8391* (INB); Parque Nacional Braulio Carrillo-Estación Carrillo, antigua propiedad Chacón, 450 m 10 febr 1984 (fr), *L.D. Gómez et al. 20969* (MO). **Limón:** N flank of Fila Matama, in headwaters Río Boyei, 1200-1300 m, 09°45'N, 83°19'W, 16 ago 1995 (fr), *M.H. Grayum 11013* (INB); between Siquirres and the Río Pacuare, and remnant forest on steep hill south of the railroad bridge over the Río Pacuare, 50-100 m, 10°05'N, 83°29'W, 20-22 dic 1969 (fl), *W. Burger & R. Liesner 7003* (MO).

***Guarea tafae-malekui* Al. Rodr., sp. nova**

Distinguo hanc novam speciem quia est unica, a omnibus speciebus generis Guareae, cum tribus vel quattuor superpositis ovulis per ovarii loculum.

TIPO: COSTA RICA. Alajuela; San Carlos, Parque Nacional Arenal, cuenca del San Carlos, Cerro Chato, sendero que lleva a la laguna, 1000 m, 10°26'30"N, 84°41'28"W, 22 ago 2000 (fl, fr), A. Rodríguez 6238 (Holotipo: INB, isotipos: CR, MO). Fig. 10.

Árbol o arbusto entre 3 y 6 m de altura, cortamente ramificado, dioico. Tronco con corteza interna blanco-crema; tallitos pardo-puberulentos, principalmente en ramitas terminales, con lenticelas esparcidas. Hojas pinnadas, con una yema terminal de crecimiento intermitente, aunque a menudo tempranamente decidua; pecíolos 10-25 cm de largo, puberulentos, lado adaxial aplanado y con bordes agudos; raquis 5-55 cm de largo, puberulento, subcuadrado, adaxialmente aplanado, largo entre foliolos 1-8 cm; foliolos 1-8 pares, opuestos, peciólulos 0.5-1.5 cm de largo y 1.5-5 mm de ancho; lámina 4-45 cm de largo y 3.5-14 cm de ancho, oblongo-elíptica a oblongo-obovada, adaxial y abaxialmente concolora, verde-grisácea al secar, haz en ocasiones diminutamente papilado en el nervio principal, envés glabrescente, sin glándulas, base cuneada a obtusa, ápice acuminado o cuspidado, nervadura eucamptódroma, 6-18 pares de venas secundarias. Inflorescencias axilares o infrafoliares, solitarias, panículas estrechas, 8-15 cm de largo, ramas laterales hasta 3 cm de largo, generalmente paucifloras, erectas o péndulas, pedúnculo ca. 1 cm de largo. Flores subsésiles o con pedicelo hasta 5 mm de largo, articulado, con 3 ó 4 bracteolas entre 3 y 10 mm de largo. Flores estaminadas con cáliz 8-10 mm de largo, ciatiforme, densamente puberulento, lóbulos 4, incisos entre 1/5 y 3/4 del tamaño del cáliz; pétalos 4, 15-17 mm de largo y 8-10 mm de ancho, ápice agudo, lado externo seríceo, interno papilado; tubo estaminal 14-16 mm de largo y 7-9 mm de ancho, ápice denticulado, lado externo papilado; anteras 8-9, ca. 3 mm de largo y 1-1.25 mm de ancho; ginóforo glabro, 1-1.25 mm de largo y 4-4.5 mm de ancho, nectario 1-1.25 mm de largo, conspicuo; ovario con 6 a 8 lóculos, (3-)4 óvulos por lóculo, 4.5-5 mm de largo y 5-5.5 mm de ancho, densa y diminutamente seríceo. Pistilo igual o levemente más pequeño que el tubo estaminal, diminutamente seríceo, estilo 5-6 mm de largo, seríceo, estigma 0.75-1 mm de largo y 3-3.5 mm de ancho. Flores pistiladas desconocidas. Frutos 3-6.5 cm

de largo y 3-7.5 cm de ancho, globulosos a globuloso-piriformes, no acostillados, sin lenticelas, base obtusa, ápice obtuso a subtruncado, café-rojizos al madurar, densamente pardos a ferrugíneo-puberulentos, en ocasiones glabrescentes con la edad, con 7 u 8 lóculos, ginóforo (1-)3.5-4.5 mm de largo, pericarpo 3-9 mm de grosor; semillas 1-4 por lóculo, 0.5-1.6 cm de largo, subrodeadas por la sarcotesta.

DISTRIBUCIÓN. Especie rara, endémica en Costa Rica; sólo se conocen pocos especímenes de bosques húmedos y pluviales de la vertiente caribe de la Cordillera de Tilarán, en los alrededores del Volcán Arenal, entre 400 y 1000 m.

FENOLOGÍA. Flores en febrero y agosto; frutos en enero, febrero, abril, mayo, agosto y noviembre.

Guarea tafae-malekui se reconoce por ser la única especie en el género que presenta ovario con tres o cuatro óvulos superpuestos por lóculo; además, se caracteriza por ser un arbusto o arbolito pequeño, cortamente ramificado, hojas con largos pecíolos, foliolos grandes, flores con pétalos, ovario y estilo densamente puberulentos, pétalos largos y muy anchos, nectario muy conspicuo y frutos globulosos a globuloso-piriformes, no acostillados, puberulentos, duros y con una a cuatro semillas por lóculo.

Ovarios con tres o cuatro óvulos biseriados por lóculo es un carácter nunca antes descrito en *Guarea*; por tanto, define a *G. tafae-malekui* como una especie disímil y distintiva del género. A pesar de esta significativa diferencia, otros caracteres de la nueva especie son consecuentes y satisfactorios dentro de *Guarea*; entre éstos tenemos hojas con una yema terminal de crecimiento intermitente (aunque a menudo ausente en hojas viejas), flores con sépalos unidos formando un cáliz ciatiforme, con lóbulos no imbricados, pétalos libres, estambres con filamentos unidos formando un tubo estaminal subcilíndrico, no constricto, anteras insertas en el tubo estaminal, con un conspicuo nectario anular y sobre un ginóforo definido, estigma discoide y frutos capsulares, con las semillas no aladas y subrodeadas por una sarcotesta leñosa.

En Meliaceae, *Carapa* Aubl., del Nuevo y del Viejo Mundo, y *Xylocarpus* J. König, del Viejo Mundo, son géneros que presentan ovario con más de dos óvulos biseriados por lóculo, entre (dos-) tres y ocho. Otros géneros meliáceos con más de dos óvulos biseriados por lóculo se diferencian debido a que tienen las semillas aladas. *G. tafae-malekui* se distingue de *Carapa* y *Xylocarpus* debido a que en ambos géneros las hojas

carecen de yema terminal de crecimiento intermitente y las flores no presentan ginóforo. Además, *Carapa* posee sépalos imbricados, el ovario tiene entre (dos-) tres y ocho óvulos por lóculo, mientras que *Xylocarpus* se diferencia por las semillas con la sacotesta corchosa y el hábitat característicamente costero.

Con frecuencia, los especímenes de herbario de *Guarea tafaе-malekui* han sido identificados erróneamente como *G. grandifolia*; sin embargo, esta especie se diferencia debido a que llega a ser un árbol más grande, hasta 25 m de altura, con mayor número de foliolos, hasta 17 pares, el raquis es conspicuamente más largo, hasta 110 cm, y los pecíolos evidentemente son más pequeños, hasta 12 cm de largo, las inflorescencias son más grandes, hasta 50 cm de largo y 10 cm de ancho, las flores tienen ovario con dos óvulos por lóculo y los frutos poseen solamente dos semillas por lóculo. También se puede comparar con *G. macrocalyx* Al. Rodr. (ver comentarios y discusión de esta última).

Las hormigas *Myrmelachista flavoguarea* Longino (Formicinae, Formicidae) utilizan los tallitos huecos de *Guarea tafaе-malekui* como albergue. Esta nueva especie de hormigas, recientemente descubierta, parece ser específica de esta planta (Longino 2006).

ETIMOLOGÍA. El epíteto *tafaе-malekui* fue asignado en memoria de Wilson Morera, quien fue líder sobresaliente de la comunidad indígena maleku de las llanuras de San Carlos, Costa Rica, zona aledaña al área de distribución natural de la especie. Tafa, como era conocido por su pueblo y que en maleku significa *el espíritu del jaguar*, luchó por mantener la cultura de su pueblo, sobresalió por el amor a su tierra, el respeto que engendraba y la sabia paciencia con que caminaba. Tafa fue llamado a la presencia de sus ancestros en abril del 2005.

MATERIAL EXAMINADO. COSTA RICA. Alajuela: San Carlos, Arenal Volcano, 19 abr 1990 (fr), *Funk 10772* (CR); Finca El Jilguero, 800 m, 10°25'25"N, 84°42'05"W, 29 nov 1992 (fr), *G. Herrera 5692* (CR); falda norte del Volcán Arenal, camino a Tabacón, 500-600 m, 10°29'40"N, 84°43'20"W, 18 ene 1994 (fl), *Q. Jiménez 1458* (INB); north side of Volcán Arenal, 700 m, 10°29'N, 84°41'W, 20 abr 1973 (fr), *R. Lent et al. 3333* (CR, DUKE); Arenal Mundo Aventura, 400 m, 10°27'10"N, 84°39'30"W, 17 febr 2006 (fl), *A. Rodríguez 9949* (INB), 17 febr 2006 (fl), 17 febr 2006 (fr), *A. Rodríguez 9950* (INB), 17 febr 2006

(fl), *A. Rodríguez 9951* (INB), 17 febr 2006 (fl), *A. Rodríguez 9952* (INB), 17 febr 2006 (fl), *A. Rodríguez 9953* (INB). Guanacaste, six km North of village of Río Chiquito, slope above Lake Arenal, 600-700 m, 10°25'N, 84°46'W, 8 May 1986 (fr), *B. Haber 4825* (CR); Tilarán, camino entre El Silencio y Río Chiquito, 875 m, 10°28'30"N, 84°53'15"W, 9 nov 1994 (fr), *G. Herrera 7392* (CR).

AGRADECIMIENTOS. El autor desea agradecer a Claudia Aragón y a Silvia Troyo por el aporte de tan magníficas ilustraciones, a Eduardo Lépiz, Luis Acosta y Luis Diego Vargas por apoyar la recolecta de material botánico en el campo, a Michael Grayum por sus aportes y comentarios y a Carlos O. Morales por su indispensable ayuda en la diagnosis latina de cada especie.

LITERATURA CITADA

- Coronado, I.M. 2003. Systematic revision and multivariate analysis of the *Guarea glabra* Vahl (Meliaceae) complex from Mexico to Panama. Thesis for Master of Science degree. University of Saint Louis, Missouri. 157 p.
- De Candolle, C. 1878. Meliacées. Monogr. Phan. 1: 399-758.
- Longino, J.T. 2006. A taxonomic review of the genus *Myrmelachista* (Hymenoptera: Formicidae) in Costa Rica. Zootaxa 1141:1-54.
- Museo Nacional de Costa Rica. 2006. Base de datos del Herbario Nacional de Costa Rica. San José.
- Pennington, T.D. & B.T. Styles. 1975. A generic monograph of the Meliaceae. Blumea 22(3): 419-540.
- & B.T. Styles. 2001. Meliaceae. In: Stevens, W.D., C. Ulloa, A. Pool & O. Montiel (eds.). Flora de Nicaragua. Tomo II. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 85: 1419-1430.
- Pennington, T.D. 1981. A Monograph of Neotropical Meliaceae. Fl. Neotrop. Monogr. 28: 1-470.
- Smith, C.E. 1965. Meliaceae. Flora of Panama. Ann. Missouri Bot. Gard. 52: 55-79.
- Standley, P.C. & J.A. Steyermark. 1946. Meliaceae. Flora of Guatemala, part V. Fieldiana, Bot. 24: 444-468.

REFERENCIA DE INTERNET

- ATTA-INBio. 2006. Base de Datos Atta, Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). <http://atta.inbio.ac.cr/> (consultada el 24 de febrero del 2006).



Fig. 1. *Guarea adenophylla* Al. Rodr. (*W. Haber 10791*, INB).

- A. Hábito.
- B. Glándulas en el envés de la hoja.
- C. Yema terminal de la hoja.
- D. Flor masculina.
- E. Corte longitudinal de flor masculina.
- F. Pétalo de flor masculina.
- G. Corte longitudinal de ovario de flor masculina.
- H. Antera.
- I. Frutos.
- J. Corte longitudinal de fruto.
- K. Corte transversal de fruto.

Fig. 2. *Guarea aguilarii* Al. Rodr. (*C. Kernan & P. Phillips 1020*, INB).

- A. Hábito.
- B. Yema terminal de la hoja.
- C. Corte transversal de fruto.
- D. Corte longitudinal de fruto.
- E. Fruto.
- F. Inflorescencia femenina.
- G. Flor femenina.
- H. Corte longitudinal de flor femenina.
- I. Pétalo de flor femenina.
- J. Botón de flor femenina.
- K. Corte transversal de ovario de flor femenina.
- L. Anteroide.



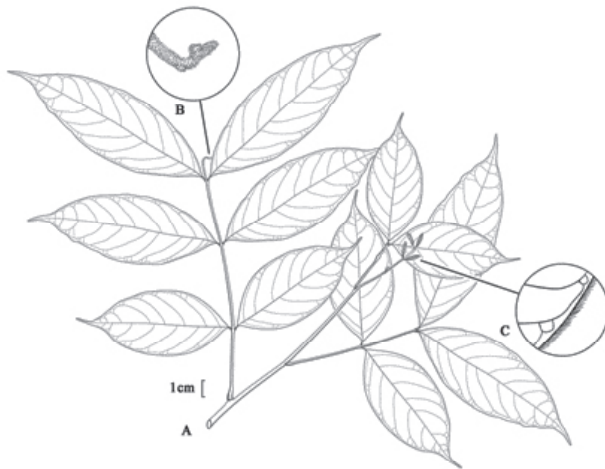


Fig. 3. *Guarea ciliata* Al. Rodr. (A. Rodríguez 8400, INB).

- A. Hábito.
- B. Yema terminal de la hoja.
- C. Margen ciliado del foliolo.
- D. Flor masculina.
- E. Corte longitudinal de flor masculina.
- F. Pétalo de flor masculina.
- G. Antera.
- H. Fruto.
- I. Corte longitudinal de fruto.
- J. Corte transversal de fruto.
- K. Fruto.

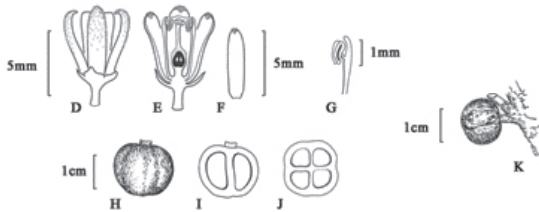


Fig. 4. *Guarea constricta* Al. Rodr. (A. Estrada 2016, INB).

- A. Hábito.
- B. Inflorescencia femenina.
- C. Yema terminal de la hoja.
- D. Pétalo de flor femenina.
- E. Ovario de flor femenina.
- F. Anteroide adherido al tubo estaminal.
- G. Corte transversal de ovario de flor femenina.
- H. Flor femenina.
- I. Corte longitudinal de flor femenina.
- J. Fruto.



Fig. 5. *Guarea corticosa* Al. Rodr. (*R. Aguilar* 488, INB).

- A. Hábito.
- B. Corteza suberizada.
- C. Yema terminal de la hoja.
- D. Botón de flor femenina.
- E. Corte longitudinal de botón de flor femenina.
- F. Pétalo de flor femenina.
- G. Corte transversal de ovario de flor femenina.
- H. Anteroide.
- I. Inflorescencia femenina.
- J. Corte transversal de fruto.
- K. Corte longitudinal de fruto.
- L. Fruto.
- M. Antera.
- N. Botón de flor masculina.
- Ñ. Corte longitudinal de botón de flor masculina.
- O. Pétalo de flor masculina.

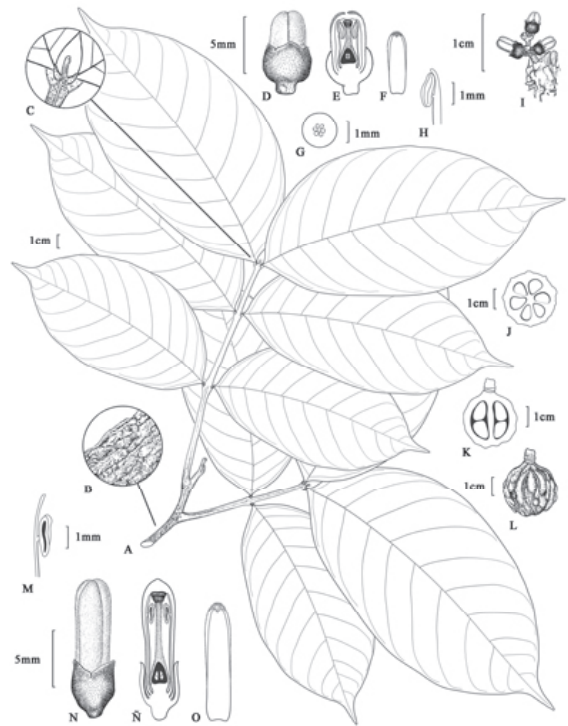


Fig. 6. *Guarea inesiana* Al. Rodr. (*A. Rodríguez* 9624, INB).

- A. Hábito.
- B. Domacio en el envés de la hoja.
- C. Yema terminal de la hoja.
- D. Flor femenina.
- E. Corte longitudinal de flor femenina.
- F. Pétalo de flor masculina.
- G. Tubo estaminal de flor femenina.
- H. Corte longitudinal de ovario de flor femenina.
- I. Anteroide.
- J. Corte transversal de fruto.
- K. Fruto.

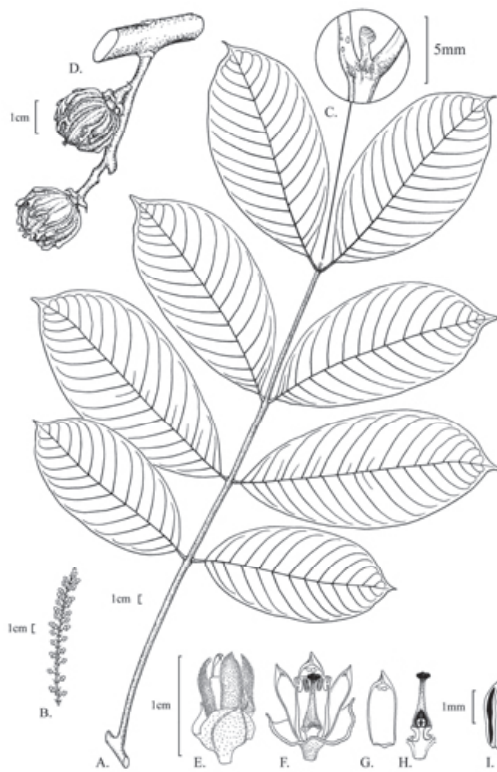
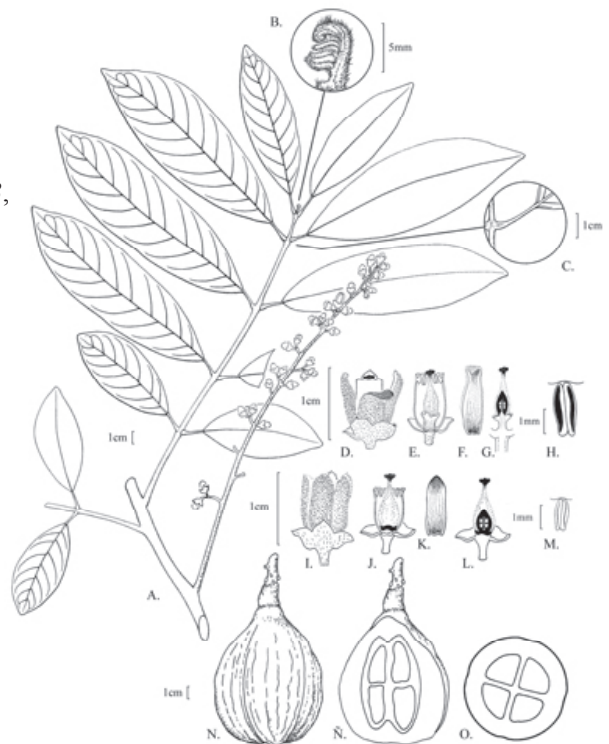


Fig. 7. *Guarea macrocalyx* Al. Rodr. (A. Estrada 832, INB).

- A. Hábito.
- B. Inflorescencia masculina.
- C. Yema terminal de la hoja.
- D. Frutos.
- E. Flor masculina.
- F. Corte longitudinal de flor masculina.
- G. Pétalo de flor masculina.
- H. Corte longitudinal de ovario de flor masculina.
- I. Antera.

Fig. 8. *Guarea montana* Al. Rodr. (Z. Fuentes 653, INB).

- A. Hábito.
- B. Yema terminal de la hoja.
- C. Pecíolulo.
- D. Flor masculina.
- E. Corte longitudinal de flor masculina.
- F. Pétalo de flor masculina.
- G. Corte longitudinal de ovario de flor masculina.
- H. Antera.
- I. Flor femenina.
- J. Corte longitudinal de flor femenina.
- K. Pétalo de flor femenina.
- L. Corte longitudinal de ovario de flor femenina.
- M. Anteroide.
- N. Fruto.
- Ñ. Corte longitudinal de fruto.
- O. Corte transversal de fruto.



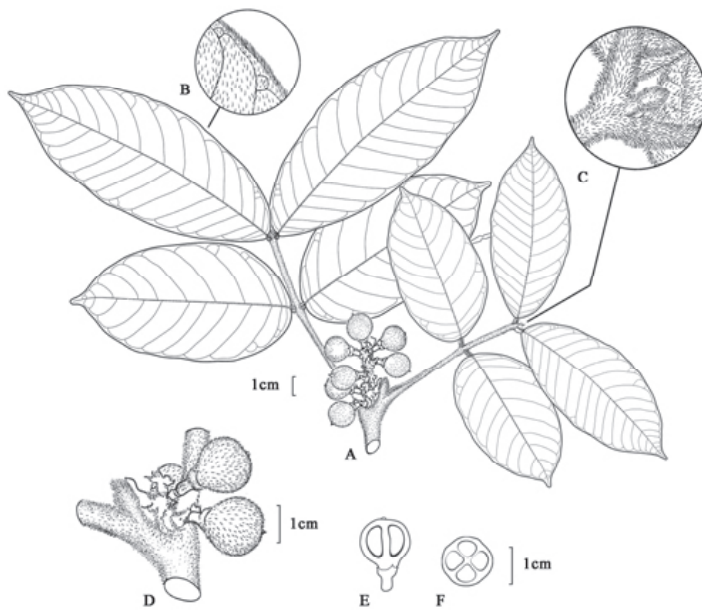


Fig. 9. *Guarea pilosa* Al. Rodr. (*G. Rivera 1098*, INB).

- A. Hábito.
- B. Margen ciliado de la hoja.
- C. Yema terminal de la hoja.
- D. Infrutescencia.
- E. Corte longitudinal de fruto.
- F. Corte transversal de fruto.

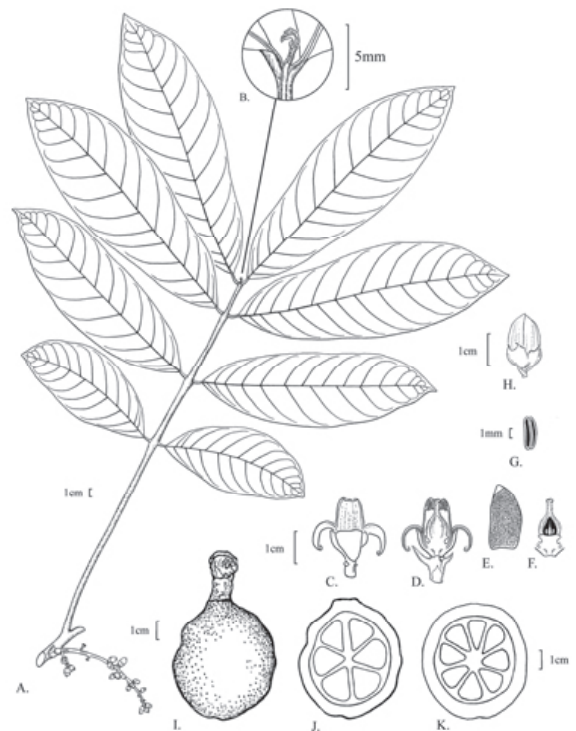


Fig. 10. *Guarea tafae-malekui* Al. Rodr. (*A. Rodríguez 6238*, INB).

- A. Hábito.
- B. Yema terminal de la hoja.
- C. Flor masculina.
- D. Corte longitudinal de flor masculina.
- E. Pétalo de flor masculina.
- F. Corte longitudinal de ovario de flor masculina.
- G. Antera.
- H. Botón de flor masculina.
- I. Fruto.
- J. Corte longitudinal de fruto.
- K. Corte transversal de fruto.

HIBRIDACIÓN INTERESPECÍFICA EN *PASSIFLORA* (PASSIFLORACEAE), MEDIANTE POLINIZACIÓN MANUAL, Y CARACTERÍSTICAS FLORALES PARA LA POLINIZACIÓN

WILLIAM RAMÍREZ B.

Profesor Emérito, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica,
San José, Costa Rica. clizano@yahoo.com

ABSTRACT. In the genus *Passiflora* the evolution of different colors, presence or absence of attractant aromas, corona structure and position with respect to the androgynophore, could have played an important role in speciation and association to very specific and diverse pollinators, such as bees, moths, wasps, hummingbirds, and bats. *Passiflora vitifolia* (which is pollinated by hummingbirds) produced viable seeds after being manually pollinated with pollen from *P. ambigua*, *P. edulis*, *P. platyloba*, *P. quadrangularis* (all of these pollinated by solitary bees), and *P. miniata* (pollinated by hummingbirds). *P. platyloba* was able to produce viable seeds after being pollinated with *P. miniata*. It is here postulated that due to specific pollinators, some *Passiflora* species have not evolved genetic mechanisms for reproductive isolation, and that new species could have evolved sympatrically through polyploidy.

RESUMEN. En *Passiflora*, la evolución de diferentes colores, así como la presencia o ausencia de aromas atrayentes, la conformación y la posición de la corona con respecto al androginóforo, pueden haber jugado un papel importante en la abundante especiación y la asociación con polinizadores notablemente específicos y muy disímiles, tales como abejas, polillas, avispas, colibríes y murciélagos. *Passiflora vitifolia* (polinizada por colibríes) produjo semillas viables cuando fue polinizada manualmente con polen de *P. ambigua*, *P. edulis*, *P. platyloba*, *P. quadrangularis* (las tres polinizadas por abejas solitarias) y *P. miniata* (polinizada por colibríes). *P. platyloba* produjo semillas viables cuando fue polinizada con *P. miniata*. Se postula que debido a los polinizadores específicos de *Passiflora*, algunas de las especies no han evolucionado mecanismos genéticos de aislamiento reproductivo y que nuevas especies pudieron haber evolucionado simpátricamente por poliploidía.

PALABRAS CLAVE / KEY WORDS: *Passiflora*, hibridación interespecífica / interspecific hybridization, polinización / pollination

INTRODUCCIÓN

Las Pasifloráceas constituyen un grupo con muchas especies y amplia distribución geográfica. Se conocen 18 géneros y cerca de 630 especies (Vanderplank 1996), que se encuentran en estado silvestre en Sudamérica, Centroamérica, Norteamérica, las Antillas, Islas Galápagos, Australia, Filipinas, Asia y muchas islas del Océano Pacífico (Vanderplank 1996). África no tiene especies endémicas. Algunas especies de *Passiflora* son de valor comercial, pero todas son importantes en la alimentación de animales silvestres, porque producen néctar, polen, frutos, semillas y tejido vegetal para insectos herbívoros. La mayoría de las especies de *Passiflora* son plantas trepadoras leñosas y perennes; algunas (por ej., *Passiflora tica*) son arbustivas, lo que puede favorecer la evolución de nuevas especies por hibridación. Souza *et al.* (2004) informan que muchas especies silvestres de *Passiflora* presentan características de interés para programas de mejoramiento, pero que la hibridación con especies

cultivadas a veces es posible.

Las flores son oligolécticas y generalmente polinizadas por abejas hembras solitarias; por ej., *Centris*, *Eulaema*, *Euglossa*, *Euplusia*, *Ptiloglossa*, *Xylocopa*, *Bombus* (Janzen 1968, León 1987) y las abejas sociales *Melipona* según MacGregor (1976); *Epicharis* spp. es un visitador frecuente. Algunas especies de *Passiflora* son polinizadas por colibríes (Knuth 1905, Janzen 1968), mientras que unas pocas son polinizadas por murciélagos, por ej. *P. mucronata* (Sazima & Sazima 1978). La polinización por lepidópteros nocturnos no es común. MacDougal (1994) informa que *P. hahnii* (E. Fourn.) Mast. es visitada por polillas y que otras son polinizadas por avispas. Según Grant (1963), plantas genéticamente emparentadas con frecuencia se diferencian en la estructura, aromas atrayentes y colores de las flores y estas diferencias estructurales y fisiológicas previenen la polinización cruzada entre

especies. MacDougal (1994) sugirió que el ancestro del género *Passiflora* era polinizado por insectos, probablemente de Hymenoptera, y que la polinización por colibríes apareció independientemente en varias líneas.

La tendencia en *Passiflora* está a favor de la polinización cruzada (Knight & Winters 1962). Janzen (1968) infirió que esto ocurre como consecuencia de la organización de las partes florales. De acuerdo con Vanderplank (1996), el polen de la mayoría de las especies madura hasta el mediodía, pero el estigma es receptivo desde que se abre la flor. *Passiflora vitifolia*, una de las especies usadas en este trabajo en los cruzamientos, es autoincompatible (East 1940, Snow 1982).

Según Janzen (1968) y Sazima & Sazima (1978) la flor característica de *Passiflora* tiene un mecanismo que promueve la polinización cruzada por medio del movimiento alterno de las anteras y los estigmas. Master (1871) describió brevemente el comportamiento floral de *Passiflora* en contra de la autopolinización. Sazima & Sazima (1978) informan que al abrirse las flores de *P. mucronata*, las superficies estigmáticas son opacas y sin ninguna secreción, pero al final del movimiento de las anteras y los estigmas, éstos están cubiertos por una secreción pegajosa. Amela-García & Hoc (1998) informan que en *P. foetida* los estigmas están receptivos durante toda la antesis.

El género *Passiflora*, así como otras plantas que generalmente tienen polinización cruzada, posee características morfológicas y fisiológicas que la promocionan o demandan; por ej., heterostilia, autoincompatibilidad y protandria (Baker & Hurd 1968), movimiento alterno de anteras y estigmas, así como presencia o ausencia de aromas atrayentes, diferentes colores y exposición o no del androginóforo (obs. pers.). Vanderplank (1996) menciona la obtención de varios híbridos de *Passiflora* por polinización manual, algunos de los cuales se han convertido en plantas de interés comercial o en invasoras. Tanto Corner (1958) como Ramírez-B. (1986) indican que no existen híbridos naturales en *Ficus*; y el autor desconoce informes sobre híbridos naturales en Passifloraceae. La mayoría de las especies de *Passiflora* son diploides, con $2n = 12$, $2n = 18$ ó $2n = 20$ cromosomas; también se conocen tetraploides, hexaploides y octaploides (Snow & MacDougal 1993). El número ancestral de

cromosomas en el género *Passiflora* es $n = 9$ (Hansen et al. 2006).

Los géneros *Passiflora* y *Ficus* (Moraceae, los higos) se caracterizan por poseer muchas especies y amplia distribución geográfica en los trópicos y subtrópicos (630 y 750 especies, respectivamente). Ambos grupos poseen polinizadores específicos. Ramírez-B. (1970) postuló que había una relación causal entre el mecanismo de polinización específica en *Ficus* y el extraordinario número de especies conocidas y que las especies de *Ficus* carecían de barreras de aislamiento genético o barreras de incompatibilidad. La ausencia de estas barreras fue indirectamente comprobada por la obtención artificial de híbridos interespecíficos, que produjeron semillas viables en la primera y en la segunda generación (Ramírez-B. 1986); por ej., *Ficus glabrata* Kunth x *F. maxima* Mill.

El objetivo de este estudio fue hacer manualmente polinización cruzada entre especies de *Passiflora* nativas del Nuevo Mundo y determinar las características florales asociadas con sus polinizadores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Flores de *Passiflora vitifolia* Kunth se polinizaron manualmente con polen de *P. adenopoda* D.C., *P. ambigua* Hemsl., *P. miniata* Vanderplank¹, *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., *P. platyloba* Killip, *P. quadrangularis* L., *P. quinquangularis* S. Calderón ex J.M. MacDougal y *P. tica* Gómez-Laur. & L.D. Gómez. *Passiflora platyloba* fue polinizada con *P. tica*, *P. miniata* y *P. vitifolia*. Las dos últimas especies son autoincompatibles y polinizadas por colibríes. De cada especie polinizada manualmente se usó un máximo de cinco flores.

Las plantas de *P. miniata*, *P. adenopoda* y *P. vitifolia* crecieron a partir de esquejes en la propiedad del autor en Santo Tomás de Santo Domingo, Heredia, Costa Rica, mientras que las plantas de *P. ambigua*, *P. quadrangularis* y *P. quinquangularis* crecieron en los jardines del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo, Heredia. *P. edulis* f. *flavicarpa* creció en una casa localizada en Santo Domingo de Heredia, al igual que en el INBio. Las flores de *P. tica* se recolectaron en la Reserva Biológica Alberto M. Brenes, de la Universidad de Costa Rica, situada en la Cordillera de Tilarán. No se observó ninguna otra especie de *Passiflora* en los alrededores inmediatos al experimento.

¹Según Vanderplank (2006) lo que erróneamente se menciona como *P. coccinea* Aubl. en realidad corresponde a *P. miniata*.

A las flores usadas como madres se les eliminó la corona y los estambres antes de su apertura y se aislaron en bolsas plásticas. La polinización fue manual por el contacto de los estigmas con las anteras de la especie correspondiente a cruzar. Las cubiertas de las flores se quitaron un día después de la polinización. La polinización se hizo generalmente antes de las 9 a.m. y en algunos casos antes de las 6 a.m., una hora antes de la apertura de las flores. Los frutos producidos no fueron protegidos. Las semillas provenientes de los cruces se sembraron en macetas plásticas con suelo, dos días después de su secamiento al aire libre.

RESULTADOS

Producción de frutos y semillas y germinación

Passiflora vitifolia produjo frutos (Fig. 1) y semillas viables cuando fue polinizada manualmente con polen de *P. ambigua*, *P. edulis*, *P. platyloba*, *P. quadrangularis* y *P. miniata* (Cuadro 1). Los frutos desarrollaron semillas normales (Fig. 2) y un cruce de *P. vitifolia* x *P. miniata* tuvo 204 semillas maduras. Las flores de esas especies autopolinizadas manualmente, excepto *P. platyloba*, no produjeron frutos. *P. platyloba* polinizada con *P. miniata* produjo semillas viables. *Passiflora adenopoda* y *P. quinquangularis* x *P. vitifolia* no produjeron frutos. Flores de *P. vitifolia* y *P. platyloba* polinizadas por *P. tica* no produjeron frutos (Cuadros 1 y 2). Veinticinco semillas de la F1 del cruce de *P. vitifolia* x *P. ambigua* germinaron 100% (Fig. 3); sin embargo, no hubo germinación de 25 semillas obtenidas de la autopolinización de *P. vitifolia*. Flores de *P. vitifolia* polinizadas con polen de *P. platyloba* antes de la antesis (6 a.m.) desarrollaron frutos normales. No se observó en *P. vitifolia* ni en *P. platyloba* que los estigmas se doblaran más abajo de la posición de las anteras, como observó Janzen (1968) en *P. foetida*. Los estigmas de *P. vitifolia* son receptivos desde antes de la antesis, permanecen así durante el día y regresan a la posición vertical al día siguiente de la polinización. Brácteas, sépalos, pétalos y corona de *P. vitifolia* y *P. platyloba* se flexionan hacia el ginóforo durante la noche, después de la polinización, para proteger el ovario fecundado. Las flores de *P. vitifolia*, *P. miniata* y *P. platyloba* se cierran al oscurecer, al final del día. En el cruce de *P. vitifolia* x *P. platyloba* las cinco flores polinizadas produjeron frutos normales.

Polinizadores y otros insectos asociados con las especies de *Passiflora* estudiadas

Las flores de *Passiflora vitifolia* fueron destruidas en la base por *Trigona corvina* para robar néctar antes de la antesis, como también fue observado por Gill *et al.* (1982) con dos especies de *Trigona* y por Sazima & Sazima (1989) con *T. snipites* en la granadilla comercial (*P. edulis*). *Trigona corvina* también recolecta polen, aunque no poliniza. No se observaron abejas melíferas (*Apis mellifera*) visitando las flores de las *Passiflora* estudiadas, aunque el autor posee colonias de abejas africanizadas a menos de 20 m de distancia. *Epicharis lunata* y *Xylocopa* sp. (Anthophoridae), así como *Eulaema cingulata* (Apidae), visitaron las flores de *P. platyloba*. *Eulaema cingulata* y una especie de Scoliidae (Fig. 7) visitaron las flores de *P. edulis* f. *flavicarpa*. *Xylocopa* sp. también visitó las flores de esa especie (Fig. 6). El colibri *Amazilia tzacatl* visitó solamente las flores de *P. vitifolia*. *Passiflora adenopoda*, *P. platyloba* y *P. quinquangularis* produjeron abundantes frutos por autopolinización natural. *P. edulis* f. *flavicarpa* y *P. quadrangularis* produjeron ocasionalmente algunos frutos por polinización natural, mientras que *P. platyloba* produjo frutos cuando fue autopolinizada manualmente. Los frutos de *P. platyloba* y *P. vitifolia* maduraron de color verde.

Se observó que las anteras de las *Passiflora* estudiadas giran sobre su base al ser empujadas manualmente. Las anteras de *P. vitifolia* aceptaron hasta ocho giros seguidos de 360 grados, a favor y en contra del sentido de las agujas del reloj. Estos movimientos giratorios posiblemente favorecen la deposición del polen, tanto en insectos como en vertebrados polinizadores. No se observó que las anteras se inclinaran más abajo de la posición de los estigmas.

DISCUSIÓN

Passiflora vitifolia, que es polinizada naturalmente por colibríes, produjo semillas fértiles cuando fue cruzada manualmente con polen de cuatro especies, que naturalmente son polinizadas por abejas y avispas solitarias; también produjo semillas fértiles cuando fue polinizada con *P. miniata*, que es polinizada por colibríes. *P. platyloba* produjo semillas fértiles cuando fue polinizada con *P. miniata*.

Autoincompatibilidad de las especies estudiadas

Las especies de *Passiflora* estudiadas, especialmente *P. miniata* y *P. vitifolia* (polinizadas por colibríes), son autoincompatibles y su morfología y fisiología están

a favor de la polinización cruzada. Janzen (1968) afirmó que “la flor característica de las pasifloras tiene un mecanismo que promueve la polinización cruzada por medio del movimiento alterno de las anteras y los estigmas”. Sin embargo, se cuestiona si esta hipótesis funciona para todas las especies de *Passiflora*, pues aunque la mayoría de las especies presentan movimientos diferenciales de estas estructuras, además son generalmente autoestériles. Sin embargo, Janzen (1968) supuso que en *Passiflora* el atraso en la deflexión de los estigmas constituye una ventaja selectiva para la polinización cruzada, con base en la idea de que “si los estigmas se flexionan cuando la flor abre, la mayoría del polen en un estigma vendría de las anteras inmediatas”.

La autoincompatibilidad de algunas de las *Passiflora* estudiadas puede estar dada no sólo por el movimiento diferente de anteras y estigmas, como argumentó Janzen (1968), sino también por la probable incompatibilidad de los granos de polen en los estigmas de la propia planta, debido a constituciones genéticas particulares (Baker & Hurd 1968). Según León (1987), ciertas plantas de *P. edulis* pueden ser completamente autoincompatibles debido a mecanismos que inhiben el crecimiento del tubo polínico en los estigmas; en otras, la autoincompatibilidad se presenta en grados distintos. El género *Asclepias* (Asclepiadaceae), con polinizadores muy específicos y con complejos mecanismos florales de aislamiento mecánico (Stebbins 1950), no produjo semillas viables cuando las flores fueron autopolinizadas artificialmente (Macior 1965); esto sugiere la presencia de barreras fisiológicas contra la autorreproducción entre las plantas de la población. Además, de acuerdo a Macior (1965) la infrecuente incidencia de híbridos naturales o artificiales en *Asclepias*, mencionado por Woodson (1954), puede indicar que existen barreras fisiológicas entre especies. Wyatt & Broyles (1994) también mencionan que la mayoría de *Asclepias* son genéticamente autoincompatibles.

Factores biológicos que mantienen la incompatibilidad

Baker & Hurd (1968) informan que debido a las constituciones genéticas particulares se necesita el intercambio de polen entre plantas. Es probable que las especies de *Passiflora* que se cruzaron exitosamente con otras especies posean el mismo número de cromosomas. Souza *et al.* (2004) indican que *P. edulis* y *P. quadrangularis*, así como cuatro especies silvestres de Brasil, poseen $2n = 18$ cromosomas. La polinización cruzada o la hibridación entre diferentes

especies de *Passiflora* puede haber contribuido a la evolución de nuevas especies por poliploidía. Goldman (2003) señala que “las pasifloras poliploides tienen una distribución más amplia y se encuentran en hábitats más extremos que sus parientes diploides ...” y que “la hibridación ha jugado un papel importante en la evolución de las plantas, no sólo como una nueva fuente de combinación de genes, sino también como un mecanismo de especiación”. Según Melo *et al.* (2001) la amplia presencia de poliploidía (en Passifloraceae) puede deberse a líneas independientes de poliploidía.

Síndromes florales para la polinización

Entre las características florales importantes en las especies de *Passiflora* polinizadas por abejas tenemos colores en la gama de los azules, morados, rosados y amarillos, coronas prominentes, androginóforo corto, no expuesto y protegido por la corona (Fig. 4A y Fig. 5A), hipantio aplanado en forma de copa, aromas fuertes, flores péndulas con pedicelo recto, corto y flexible. Las polinizadas por colibríes son de colores rojo-escarlata, morado o rosado (MacDougal 1994), tienen corona corta, no prominente, generalmente blancuzca, androginóforo largo, pedicelo corto (Fig. 4B y Fig. 5B), no flexible, y flores no péndulas. Según Godman (1994, 2003) estas flores poseen hipantio alargado. Otras especies que poseen las características mencionadas son *P. manicata* y *P. antioquiensis*; la última posee pedicelo largo y delgado (Vanderplank 1996). Las polinizadas por murciélagos son de color blanco o crema, con corona corta, amarilla en *P. tica*, no prominente, androginóforo expuesto (Sazima & Sazima 1978), aroma presente, pedicelo largo, no flexible, flores no péndulas o con pedúnculo péndulo, pero flores en posición erecta (por ej., *P. tica*, obs. pers.). Para otros detalles florales ver el Cuadro 3. El comportamiento de las abejas hembras, polinizadoras de *Passiflora*, está dado por el olor y el estímulo visual; en las especies polinizadas por colibríes está dado por el color rojo o escarlata de las flores. *Passiflora tica* posee características florales para la polinización por murciélagos.

En *Passiflora* la evolución de diferentes colores, el tamaño de las flores, la presencia o ausencia de aromas atrayentes, la conformación del hipantio, la posición de la corona con respecto al androginóforo (Figs. 4 y 5), la orientación gravitacional de las flores, así como la antesis diurna o nocturna, pueden haber jugado un papel importante en la abundante especiación y la asociación con polinizadores oligolépticos, muy

específicos y tan disímiles como abejas, avispas, insectos nocturnos, colibríes y murciélagos. Baker & Hurd (1968) anotan que el tipo de constancia floral por parte del insecto antófilo más abundante reduce la posibilidad de polinización interespecífica y que tal mecanismo de aislamiento puede también jugar un papel en la evolución de un nuevo taxon de plantas. Dodson *et al.* (1969) indican que la atracción específica de polinizadores es característica de las especies de orquídeas más evolucionadas y que en esas plantas los agentes polinizadores aíslan y previenen la hibridación entre poblaciones compatibles. La probable falta de aislamiento genético en algunas especies de *Passiflora* puede explicar los híbridos interespecíficos obtenidos en este trabajo. En las especies polinizadas por murciélagos, la posición erecta de las flores, los sépalos y pétalos flexionados hacia abajo, la corona reducida y el androginóforo largo y expuesto hacen suponer que la quiropterofilia evolucionó a partir de la ornitofilia. La reducción de la corona en las especies polinizadas por colibríes y posiblemente en las polinizadas por murciélagos se debe, probablemente, a que en las especies polinizadas por abejas la corona constituye el origen principal de los olores atrayentes, como fue observado por Morren (1842, citado por MacDougal 1994).

Implicaciones evolutivas

Una pequeña población de *Passiflora*, en la que haya cambiado el número de cromosomas por hibridación, u otras causas naturales, puede actuar como una isla biológica. Si esta población se asocia con uno o pocos polinizadores específicos, puede dar origen a una nueva especie sin necesidad de aislamiento geográfico, como fue postulado por el autor sobre el género *Ficus* (Ramírez-B. 1970). La posible evolución de especies isopátricas en Passifloraceae puede explicar, en parte, el gran número de especies conocidas. Sin embargo, Goldman (2003) considera que los híbridos están frecuentemente asociados con una perturbación del hábitat y que, una vez aisladas dos especies, pueden ser eliminadas por disturbios naturales y que el fenómeno de hibridación puede, en parte, ser responsable de la capacidad adaptativa y de la amplia distribución de *Passiflora pallida* y *P. suberosa*, mientras que Reiseberg & Brouillet (1994) argumentan que las especies derivadas por especiación local seguirán una secuencia de polifilia, parafilia y monofilia. En *Passiflora*, así como en *Ficus* y probablemente en otros grupos de plantas (por ej., orquídeas superiores, ver Dobzhansky 1951), con polinizadores específicos,

las barreras que evitan el intercambio interespecífico de genes no son genéticas y son efectivas en fases previas a la polinización. Esas barreras son producidas por la morfología y la fisiología floral, así como por la respuesta de los polinizadores a esas características fenotípicas. Consecuentemente, las especies están sujetas a mecanismos de aislamiento externos o a mecanismos estructurales y etológicos, no a aislamiento reproductivo. Sin embargo, Dobzhansky (1951) considera que el aislamiento reproductivo es una característica de las especies. La longitud del androginóforo y su posición respecto a la corona, la conformación y posición del opérculo y la profundidad del nectario provocan un aislamiento mecánico, mientras que la ausencia de aromas u olores y la conformación de la flor provocan aislamiento etológico. Dodson *et al.* (1969) señalan que las modificaciones estructurales de las orquídeas llegan a ser críticas en especies en las que no se excluye uno o pocos polinizadores. Esto sucede cuando esas modificaciones son necesarias para mantener la integridad de especies muy relacionadas e interfértiles, las cuales viven juntas. Maciur (1965) menciona la presencia de especies de *Asclepias* en la misma flora local.

Consideraciones finales

Contrario a la idea de Janzen (1968), el movimiento tardío de los estigmas en *Passiflora* puede ser un mecanismo para evitar que se bloqueen con el polen de la misma flor, así como para economizar polen que podría ser usado en otra planta, al ser transportado por los vectores (obs. pers.). Jersáková *et al.* (2005) afirman que la autopolinización tiene consecuencias en la adaptación ("fitness") de la plantas, porque reduce el transporte de polen y menos óvulos son exitosamente fertilizados por polen que proviene de otra planta. Snow (1982) observó que en *P. vitifolia* las flores a las que se les eliminaron las anteras dieron origen a más semillas que las flores con anteras intactas. En muchas orquídeas la producción de semillas es alta cuando se hace polinización cruzada manualmente (Guevara *et al.* 2003).

En *Passiflora*, así como en *Ficus*, los híbridos naturales son poco comunes, lo que aparentemente también sucede en las orquídeas con polinizadores específicos. Corner (1958) considera que la ausencia de hibridación natural en *Ficus* prueba la especificidad de sus avispas polinizadoras. Dressler (1968) indica que la escasez de híbridos interespecíficos en *Stanhopea* (Orchidaceae) sugiere que ciertas barreras mecánicas, u otras, son parcialmente efectivas, mientras que

Gerlach (2002) anota que las orquídeas son fáciles de hibridar manualmente.

La producción de híbridos interespecíficos en *Passiflora* por polinización manual puede contribuir

al desarrollo de plantas con frutos de mejor calidad comercial o industrial, otras con flores más llamativas como ornamentales, así como plantas para uso medicinal.

Cuadro 1. Polinización cruzada de *Passiflora vitifolia** con otras especies.

	<i>P. vitifolia</i> *		
	Hibridación	Polinización	Germinación
<i>P. adenopoda</i>	-	abejas	-
<i>P. ambigua</i>	+	abejas	+
<i>P. edulis</i>	+	abejas	+
<i>P. miniata</i>	+	colibríes	+
<i>P. platyloba</i>	+	abejas	+
<i>P. quadrangularis</i>	+	abejas	+
<i>P. quinquangularis</i>	-	¿abejas?	-
<i>P. tica</i>	-	¿murciélagos?	-

* *P. vitifolia* es polinizada por colibríes.

Cuadro 2. Polinización de *Passiflora platyloba** con otras especies.

	<i>P. platyloba</i>		
	Hibridación	Polinización	Germinación
<i>P. miniata</i>	+	colibríes	+
<i>P. tica</i>	-	¿murciélagos?	-

* *P. platyloba* es polinizada por abejas solitarias pequeñas.

Cuadro 3. Síndromes florales para el diagnóstico de los polinizadores de *Passiflora*.

Síndromes	Abejas	Colibríes	Murciélagos
Colores	azul, morado, rosado, amarillo	escarlata o rojo	blanco o crema
Antesis	diurna	diurna	nocturna
Androginóforo	corto, no proyectado	largo, proyectado	largo, proyectado
Fragancia	intensa	ausente	débil
Filamentos de corona	libres, largos, no adjuntos	cortos, adjuntos, contra el androginóforo	cortos, adjuntos, contra el androginóforo
Opérculo	membranoso, ascendente, plicado	fimbriado, descendente, adnato	fimbriado, descendente, adnato
Pedicelo	corto, flexible, colgante	largo, no flexible, erecto o péndulo	largo, no flexible*, erecto o péndulo
Tamaño de corona	tres coronas largas, libres	dos o tres coronas cortas	dos o tres coronas cortas
Posición de flores	no salidas del follaje	salidas del follaje	salidas del follaje

**P. tica* posee pedicelos péndulos, con flores múltiples terminales en posición vertical debido a la curvatura terminal de los pedicelos.

AGRADECIMIENTOS. A Armando Estrada Chavarría y Jorge Gómez Laurito por la identificación de las especies de *Passiflora* estudiadas, a Ingrid Aguilar Monge por la identificación de *Trigona corvina*, a Paul Hanson por la identificación de las abejas polinizadoras, a la Biblioteca de la Organización para Estudios Tropicales (OET) por la utilización de sus recursos bibliográficos, a Gilbert Fuentes González por sus comentarios, obtención de literatura y edición del documento, y a Ana Cecilia Jinesta León por las fotografías.

LITERATURA CITADA

- Akamine, E.K. & G. Girolami. 1957. Problems in fruit set in yellow passion fruit. *Hawaii Farm Scie.* 5: 3-5.
- Amela-García, M.T. & P.S. Hoc. 1998. Biología floral de *Passiflora foetida* (Passifloraceae). *Rev. Biol. Trop.* 46(2): 191-202.
- Baker, H.G. & P.D. Hurd Jr. 1968. Intrafloral ecology. *Annu. Rev. Entomol.* 13: 385-414.
- Corner, E.J.H. 1958. An introduction to the distribution of *Ficus*. *Reinwardtia* 4(3):325-355.
- Dobzhansky, T.G. 1951. Genetics and the origin of species. Columbia Univ. Press, New York. 364 p.
- Dodson, C.H., R.L. Dressler, H.G. Hills, R.M. Adams & N.H. Williams. 1969. Biologically active compounds in orchid fragrances. *Science* 164: 1243-1249.
- Dressler, R.L. 1968. Pollination by Euglossine bees. *Evolution* 22: 202-204.
- East, E.M. 1940. The distribution of self-sterility in the flowering plants. *Proc. Amer. Philos. Soc.* 82(4): 449-518.
- Gerlach, G. 2003. La subtribu Stanhopeinae, sus notables mecanismos de polinización, la química de los aromas florales e implicaciones en sistemática. *Lankesteriana* 7:104-106.
- Gill, F.B., A.L. Mack & R.T. Ray. 1982. Competition between hermit hummingbirds Phaethorninae and insects for nectar in a Costa Rican rain forest. *The Ibis* 124(1): 44-49.
- Goldman, D.H. 2003. Two species of *Passiflora* (Passifloraceae) in the Sonoran desert and vicinity: a new taxonomic combination and an introduced species in Arizona. *Madroño* 50(4): 243-264.
- Grant, V. 1963. The origin of adaptations. Columbia Univ. Press, New York. 606 p.
- Guevara R.E., M.M. Agosto-Pedroza & R.L. Tremblay. 2003. Effect of flower age on pollination success in *Lepanthes sanguinea*. *Lankesteriana* 7: 107-108.
- Hansen, A.K., L.E. Gilberth, B.B. Symson, S.R. Downie, A.C. Cervi & R.K. Janzen. 2006. Phylogenetic relationships and chromosome number evolution in *Passiflora*. *Syst. Bot.* 31(1): 138-150.
- Janzen, D.H. 1968. Reproductive behavior in the Passifloraceae and some of its pollinators in Central America. *Behaviour* 32(1/3): 33-48.
- Jersáková, J., S.D. Johnson & P. Kindlmann. 2006. Mechanisms and evolution of deceptive pollination in orchids. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* 81(2): 219-235.
- Knight, R.J. Jr. & H.F. Winters. 1962. Pollination and fruit set of Yellow Passion fruit in Southern Florida. *Proc. Florida St. Hort. Soc.* 75: 412-418.
- Knuth, P. 1905. Handbuch der Blütenbiologie; unter Zugrundelegung von Hermann Müllers Werk "Die Befruchtung der Blumen durch Insekten", bearb. von Dr. Paul Knuth. W. Engelmann, Leipzig. 479 p.
- León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. IICA, San José. p. 403.
- MacDougal, J.M. 1994. A revision of *Passiflora* subgenus *Decaloba*, section *Pseudodysosmia* (Passifloraceae). *Syst. Bot. Monogr.* 41: 1-146.
- Macior, L.W. 1965. Insect adaptation and behavior in *Asclepias* pollination. *Bull. Torrey Bot. Club* 92(2): 114-126.
- Master, M.T. 1871. Contributions to the natural history of the Passifloraceae. *Trans. Linnean Soc. London* 27: 593-645.
- McGregor, S.E. 1976. Insect pollination of cultivated plants. ARS / U.S. Dept. Agric. Handbook No. 496, Washington. 411 p.
- Melo, N.F., A.C. Cervi & M. Guerra. 2001. Karyology and cytotaxonomy of the genus *Passiflora* L. (Passifloraceae). *Plant Syst. Evol.* 226: 69-84.
- Morren, C. 1842. Recherches littéraires sur les fleurs de la passion, suivies d'observations anatomiques sur l'une d'entre elles *Passiflora quadrangularis* L. *Bull. Acad. Royal Scie. Bruxelles* 9(1): 202-223.
- Ramírez-B., W. 1970. Host specificity of fig wasps (Agaonidae). *Evolution* 24(4): 680-691.
- Ramírez-B., W. 1986. Artificial hybridization and self-fertilization in *Ficus* (Moraceae). *Brenesia* 25(26): 265-272.
- Rieseberg, L.H. & L. Brouillet. 1994. Are many species paraphyletic? *Taxon* 43: 21-32.
- Sazima, M. & I. Sazima. 1978. Bat-pollination of the Passion Flower, *Passiflora mucronata*, in Southeastern Brazil. *Biotropica* 10(2): 100-109.
- Snow, A.A. 1982. Pollination intensity and potential seed set in *Passiflora vitifolia*. *Oecologia* 55(2): 231-237.
- Snow, N. & J.M. MacDougal. 1993. New chromosome reports in *Passiflora* (Passifloraceae). *Syst. Bot.* 18: 261-273.
- Souza, M.M., G. Palomino, T.N.S. Pereira, M.G. Pereira & A.P. Viana. 2004. Flow cytometric analysis of genome size variation in some *Passiflora* species. *Hereditas* 141: 31-38.
- Stebbins, G.L. 1950. Variation and evolution in plants.

- Columbia Univ. Press, New York. 643 p.
- Vanderplank, J. 1996. Passion Flowers. 2nd. ed. The MIT Press, Massachusetts. 224 p.
- Vanderplank, J. 2006. *Passiflora miniata*. Curtis's Bot. Mag. 23(3): 223-231.
- Woodson, R.E. Jr. 1954. The North American species of *Asclepias*. Ann. Missouri Bot. Gard. 41: 1-211.
- Wyatt, R. & S.B. Broyles. 1994. Ecology and evolution of reproduction in milkweeds. Ann. Rev. Ecol. System. 25: 423-441.



Fig. 1. Frutos de *Passiflora vitifolia* producto de la polinización cruzada con: A: *P. platyloba*; B: *P. miniata* y C: *P. ambigua*.

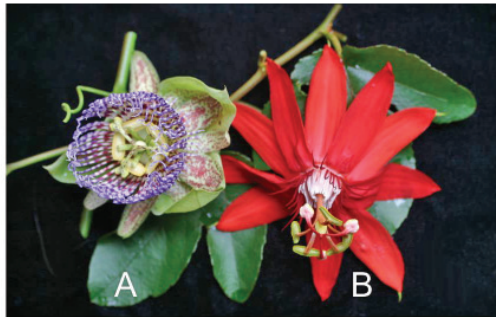


Fig. 4. A. Flor de *Passiflora quadrangularis*; características asociadas con polinización por abejas solitarias y avispa (ej. Scoliidae). B. Flor de *P. vitifolia*; características asociadas con polinización por colibríes.



Fig. 6. *Xylocopa* sp. polinizando flor de maracuyá (*P. edulis* f. *flavicarpa*).



Fig. 2. Fruto de *Passiflora vitifolia* con semillas maduras del cruce con *P. quadrangularis*.



Fig. 3. Plantas híbridas de semillas del cruce de *Passiflora vitifolia* con *P. ambigua* (germinación 100%).

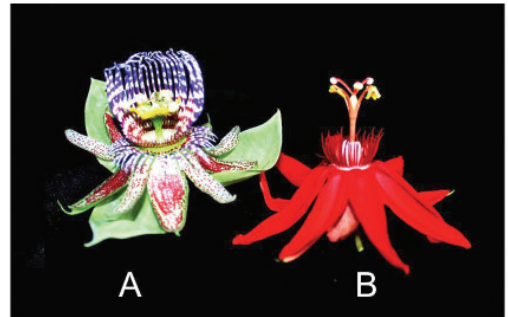


Fig. 5. A. Flor de *Passiflora platyloba*; corona parcialmente cortada para mostrar posición del androginóforo. B. Flor de *P. vitifolia* con androginóforo largo y expuesto.



Fig. 7. *Scoliidae* sp. polinizando flor de maracuyá (*P. edulis* f. *flavicarpa*).

UNA NUEVA ESPECIE DE *SWARTZIA* (LEGUMINOSAE) DE COSTA RICA

NELSON A. ZAMORA^{1,2} & DANIEL SOLANO¹

¹Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), apdo. 22-3100, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica

²Organización para Estudios Tropicales (OET), apdo. 676-2050, San Pedro, Costa Rica

ABSTRACT. A new species of *Swartzia* (Leguminosae), *S. maquenqueana*, from Northern Costa Rica is here described and illustrated.

RESUMEN. Se describe e ilustra la nueva especie *Swartzia maquenqueana* (Leguminosae), del norte de Costa Rica.

PALABRAS CLAVE / KEY WORDS: *Swartzia*, *Swartzia maquenqueana*, Leguminosae, Costa Rica.

La flora del Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque (Fig. 1), en la zona norte de Costa Rica, es de particular interés y posee una combinación de especies exclusiva de la región, favorecida por un clima muy húmedo con altas precipitaciones, pero con una estacionalidad determinada por uno o dos meses secos (Herrera & Gómez 1993); además, en general la región cuenta con una topografía ondulada.

Las características de la vegetación han permitido identificarla como una región florística distinta respecto a regiones colindantes, como son las llanuras de Guatuso y de Tortuguero (ver Zamora *et al.* 2004); aglomera elementos de patrones florísticos vecinos, cuenta con un endemismo binacional (Nicaragua-Costa Rica) en la parte baja media del Río San Juan, con especies como *Eugenia sancarlosensis* Barrie (Myrtaceae), *Eschweilera costaricensis* S.A. Mori (Lecythidaceae) y *Stephanopodium costaricense* Prance (Dichapetalaceae); también hay un endemismo local que se extiende hacia la parte sur del Corredor Biológico San Juan-La Selva, debido a recientes hallazgos de especies nuevas, como *Fareamea zamorensis* Al. Rodr. (Rubiaceae), *Drymonia glandulosa* Kriebel, *D. rubripilosa* Kriebel (Gesneriaceae) y *Symplocos striata* Kriebel & N. Zamora (Symplocaceae) (ver Rodríguez 2002, Kriebel & Zamora 2004, Kriebel 2005, 2006).

El inventario de la flora del Refugio Maquenque inició, de forma más permanente e intensa, a partir de 2003 con las actividades del proyecto “*Construyendo capacidad para Conservación de la Biodiversidad en Nicaragua y Costa Rica*”, financiado por la Iniciativa Darwin. El estudio florístico consistió principalmente en el establecimiento de parcelas de una hectárea en distintos bosques y otras exploraciones botánicas paralelas, aplicando el método de inventario libre o al azar, mediante recolectas generales de material reproductivo. Durante la ejecución del proyecto se recolectó material fértil y datos sobre abundancia de la

especie que a continuación describimos.

***Swartzia maquenqueana* N. Zamora & D. Solano, sp. nova**

Arbor 12-30 m alta; folia (petiolus et rachis comprehensi) 32-42.7 cm longa; foliola 9-13, oblanceolata vel obovata, discolora, subtus dense sericea; racemi cauliflori, 10-14.9 cm longi, bracteae 0.5-0.7 mm longae; pedicelli 4-8 mm; flos apetalus; legumen 5-14.2 cm longum, 2.1-2.5 cm latum, aurantiacum, pilosum, semina 1-4, elliptica.

TIPO: Costa Rica. Alajuela; San Carlos, Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque, 6 km NE de Boca Tapada, cerca a Laguna del Lagarto Lodge, 500 m camino a Golfito, 10°41'10"N, 84°10'50"W, 90 m, 11 dic 2005 (fl), *D. Solano, I. Mena & D. Santamaría* 2933 (Holotipo: INB, isotipos: CR, HULE, K, MO, PMA, USJ). Figs. 2, 3, 4.

Árbol, 12-30 m de alto y 25-45 cm de diámetro, el tronco acanalado con la corteza externa ligeramente escamosa y la interna delgada con secreción roja. Ramitas jóvenes con pubescencia densa, tomentosa ferrugínea; estípulas de 12 x 4 mm, deltoides y deciduas. Hojas imparipinnadas, alternas, 33-42.7 cm de largo, folíolos 9-13, oblanceolados u obovados, opuestos, glabros en el haz, con pubescencia sericea densa (excepto en la vena central, tomentosa e inmersa) y cuando frescos con una coloración grisácea o glauca en el envés (pardo-pálida cuando secos), peciódulos de 3-5 mm de largo, los basales de 6.8-7.1 x 3.8-4.8 cm, los medios de 11.2-16.6 x 5.1-7.9 cm y los distales de 14-15.9(-18.3) x 6.3-8.5 cm, ápice abrupto, cortocuminado o agudo, redondeado o a veces truncado o levemente emarginado en los folíolos basales, base ligeramente asimétrica, venas secundarias 6-9 pares

por lado; raquis de (15-)17.2-22.1 cm de largo, con una pubescencia tomentosa densa, levemente acanalado arriba; peciolo de (3.4-) 4.1-4.5 (-6.7) cm de largo, cilíndrico o ligeramente surcado. Inflorescencias racemosas, péndulas, 10-14.9 cm de largo, saliendo en grupos de 3-6 racimos de las ramitas gruesas y de la parte defoliada de éstas; pedúnculo de (1.1-) 1.5-2.5 (-3.5) cm de largo, raquis y flores con una pubescencia sericea densa, dorada o pardo-dorada; brácteas de 0.5-0.7 mm de largo, deciduas, bractéolas ausentes. Botones florales de 3.5-6.5 x 2.5-5.1 mm; pedicelos de 4-8 mm de largo. Flores con cáliz de 8 a 9 mm de largo, con 4 ó 5 lóbulos, de forma irregular, pardo-seríceos externamente, glabros internamente, libres o cortamente fusionados, verde-crema, reflexos y persistentes; corola ausente; estambres numerosos, entre 30 y 35, glabros, libres o levemente fusionados en la base, desiguales, los más largos con filamentos de 8 a 11 mm de largo, los más cortos con filamentos de 4 a 5 mm de largo; anteras de 0.7-1.1 x 0.5-0.7 mm, oblongas a elípticas, basifijas; gineceo con pubescencia pardo-velutina, ovario estipitado, cerca de 5 mm de largo (incluyendo el ginóforo), con hasta 13 óvulos, estilo *ca.* 3 mm de largo, arqueado, glabro, estigma truncado. Legumbres de 5-14.2 x 2.1-2.5 cm, moniliformes o constrictas entre las semillas, anaranjadas o amarillentas cuando maduras, cubiertas con una pubescencia sedosa densa, con el ápice terminando en una punta muy aguda y rígida, cuando secas con prominentes venas transversales irregulares, 1-4 semillas de 2.0-2.5 x 1.8-2.0 cm, elipsoidales, negras, lustrosas y moteadas, dispuestas en forma oblicua y cubiertas con un arilo rojo intenso de textura pastosa.

DISTRIBUCIÓN, HÁBITAT Y ESTATUS DE CONSERVACIÓN. *Swartzia maquenqueana* se encuentra hasta ahora restringida al área del Refugio Maquenque (Fig.1), donde crece en bosques muy húmedos con terrenos mayormente ondulados o irregulares, entre 50 y 100 m de elevación. Se espera que se encuentre en Nicaragua, dada la cercanía de ese país. El descubrimiento de esta especie es de gran relevancia para apoyar las acciones actuales de conservación y manejo que se desarrollan en la región. Además, refleja que ésta cuenta con una biodiversidad importante aún desconocida.

ETIMOLOGÍA. El epíteto *maquenqueana* se refiere al Refugio de Vida Silvestre Maquenque, única área donde se ha hallado la nueva especie.

Swartzia maquenqueana pertenece a la sección *Swartzia*, subsección *Swartzia*, serie *Tounateae*, que se

caracteriza principalmente por la ausencia de pétalos y bractéolas (Cowan 1981). Esta nueva especie se distingue notablemente por el tronco acanalado, las hojas con raquis sin alas, acanalado en la parte superior y tomentoso, los folíolos oblanceolados u obovados, los basales claramente más pequeños que los distales, cóncavos cuando frescos, los basales más o menos erectos y los distales horizontales, bicoloros con el haz verde oscuro y el envés grisáceo o más o menos glauco y con una pubescencia tomentosa densa; los frutos constrictos entre las semillas, anaranjados o amarillentos cuando maduros, con la superficie tomentosa, y semillas con un arilo rojo intenso. En Costa Rica, *S. maquenqueana* es la segunda especie descrita de esta serie taxonómica (sin pétalos ni bractéolas); la mayoría son especies sudamericanas.

PARATIPOS: Costa Rica. **Alajuela:** San Carlos, Cuenca del Río San Carlos, Pital, Yucatán, Finca Octubre 78, 10°38'50"N, 84°12'15"W, 100 m, 25 ago 1995 (est), *N. Zamora* 2320 (INB); San Carlos, Cuenca del Río San Carlos, Finca Aserradero San Jorge, 10°42'57"N, 84°10'27"W, 100 m, 6 nov 1996 (est), *N. Zamora, B. Hammel & A. Rodríguez* 2542 (INB); Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque, 6 km NE de Boca Tapada, cerca a Laguna del Lagarto Lodge, 500 m camino a Golfito, 10°41'10"N, 84°10'50"W, 90 m, 10 ene 1997 (fr), *N. Zamora, A. Zeledón y M. Ocampo* 2559 (INB); 9 nov 2004 (fr), *D. Solano & B. Hernández* 1438 (CR, INB, MO); 2 jun 2005 (fr), *D. Solano, I. Mena & B. Hernández* 2498 (BM, CR, F, HULE, INB, K, MO, NY, PMA, USJ); 2 dic 2005 (fl), *N. Zamora, D. Solano y I. Mena* 3875 (INB).

HISTORIA NATURAL. Las flores han sido observadas en diciembre y los frutos en enero, mayo, junio y noviembre. Tanto la floración como la fructificación son abundantes. Se ha observado el tucán *Ramphastos swainsonii* (Ramphastidae) comiendo el arilo de las semillas. Las ramitas son huecas y albergan hormigas del género *Azteca* (Formicidae) (Longino, com. pers.). En el Refugio Maquenque, un estudio realizado en 12 parcelas permanentes de una hectárea reveló que la especie tiene una densidad de un árbol por hectárea (Zamora *et al.*, datos sin publicar). El género *Swartzia* se ha registrado como hospedero de la mariposa diurna *Morpho helenor marinita* (Nymphalidae, Morphinae, DeVries 1987). Además, algunas especies, como *S. cubensis* (Britton & P. Wilson) Standl. y *S. simplex* (Sw.) Spreng., son plantas hospederas de algunas familias de lepidópteros, *e.g.* Apatelodidae, Arctiidae, Crambidae, Elachistidae, Gelechiidae, Geometridae,

Hesperiidae, Limacodidae, Noctuidae, Notodontidae, Nymphalidae, Pieridae, Pyralidae, Riodinidae, Saturniidae, Thyrididae y Tortricidae; también son alimento de adultos de escarabajos (e.g. Chrysomelidae y Scarabaeidae) y de chinches de la familia Coreidae (Janzen & Hallwachs 2006).

AGRADECIMIENTOS. Expresamos nuestro agradecimiento a la compañera Claudia Aragón, por su excelente ilustración, a la Iniciativa Darwin, por el financiamiento a través del proyecto “*Construyendo capacidad para Conservación de la Biodiversidad en Nicaragua y Costa Rica*” (No. 162/12/020), que permitió el trabajo de campo y de laboratorio. Además, al proyecto Flora Digital de La Selva (OET/MOBOT/CR-USA/NSF) que apoyó, en parte, el trabajo de campo.

LITERATURA CITADA

- Cowan, R.S. 1968. *Swartzia* (Leguminosae: Caesalpinioideae, Swartzieae). Flora Neotropica, Monogr. 1: 1-228.
- DeVries, P.J. 1987. The butterflies of Costa Rica and their natural history. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae.
- Princeton Univ. Press, New Jersey. 327 p.
- Herrera, W. & L.D. Gómez. 1993. Mapa de unidades bióticas de Costa Rica. U.S. Fish & Wildlife Serv. / The Nature Conservancy.
- Kriebel, R. & N. Zamora. 2004. *Symplocos striata* (Symplocaceae), una nueva especie de la vertiente caribe de Costa Rica. Lankesteriana 4(3): 17-174.
- Kriebel, R. 2005. Una nueva especie y un nuevo registro de *Drymonia* (Gesneriaceae) en Costa Rica. Lankesteriana 5(1): 81-83.
- Kriebel, R. 2006. A new species and notes on *Drymonia* (Gesneriaceae) from Costa Rica. Novon 16: 65-68.
- Rodríguez, A. 2002. A new species of *Fareamea* (Rubiaceae) from Costa Rica. Novon 12(4): 536-538.
- Zamora, N., B. Hammel & M.H. Grayum. 2004. Vegetación. In: Hammel, B.E., M.H. Grayum, C. Herrera & N. Zamora (eds.). Manual de Plantas de Costa Rica. Vol. I. Introducción. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. 97: 1-300.
- SITIO DE INTERNET CONSULTADO:**
- Janzen, D.H. & W. Hallwachs. 2005. Caterpillars, pupae, butterflies & moths of the Area de Conservación Guanacaste, northwestern Costa Rica. <http://Janzen.sas.upenn.edu/caterpillars/database.lasso>

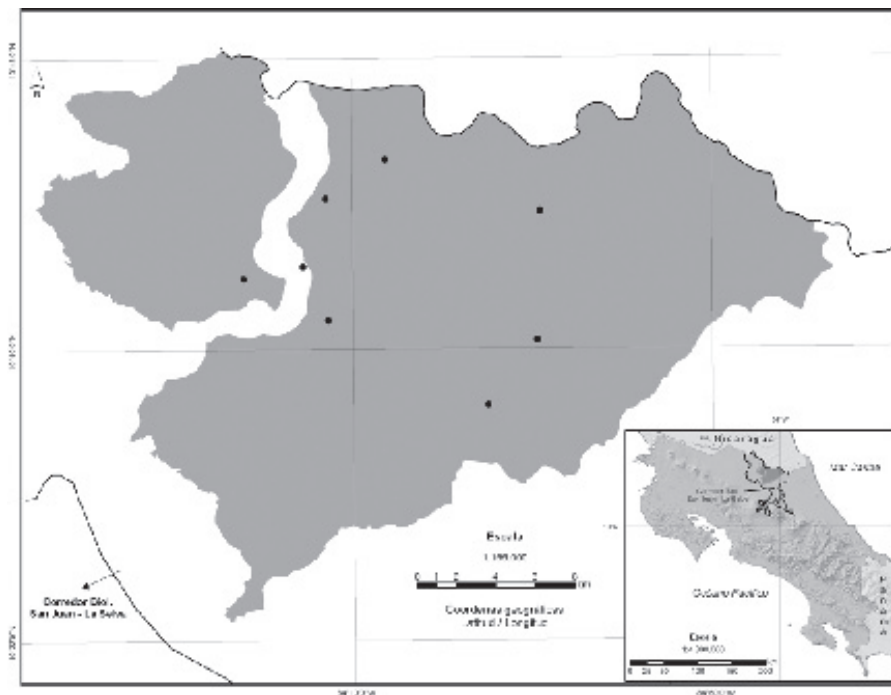


Fig. 1. Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Maquenque, en la zona norte de Costa Rica. Los puntos indican la distribución conocida de *Swartzia maquenqueana*. Mapa elaborado por Marcia Snyder (OET).

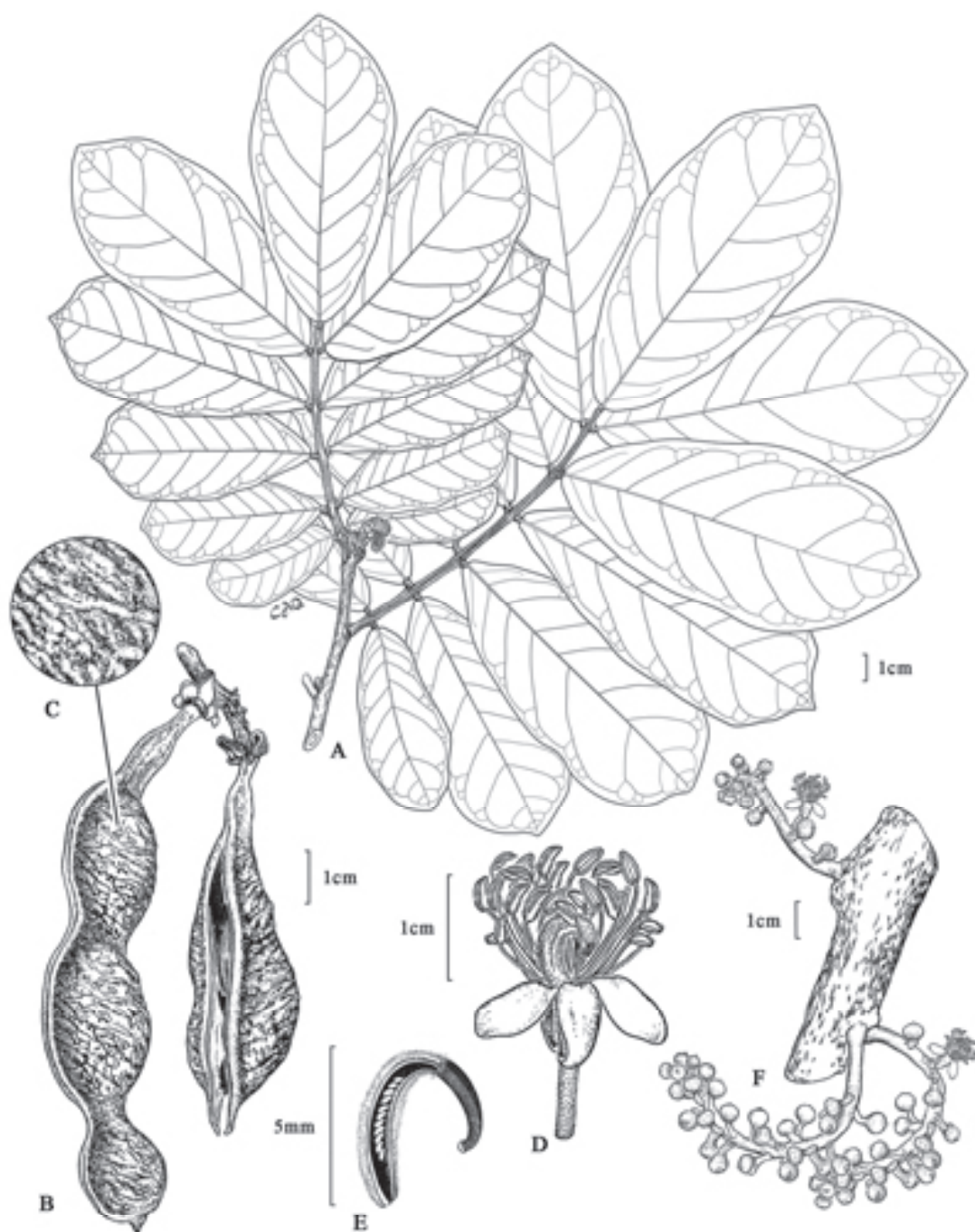


Fig. 2. *Swartzia maquenqueana* N. Zamora & D. Solano. A. Rama. B. Frutos. C. Detalle de la superficie del fruto. D. Flor. E. Ovario. F. Inflorescencias. (A, D-F del tipo: Solano et al. 2933; B de Zamora et al. 2559). Ilustraciones de Claudia Aragón.

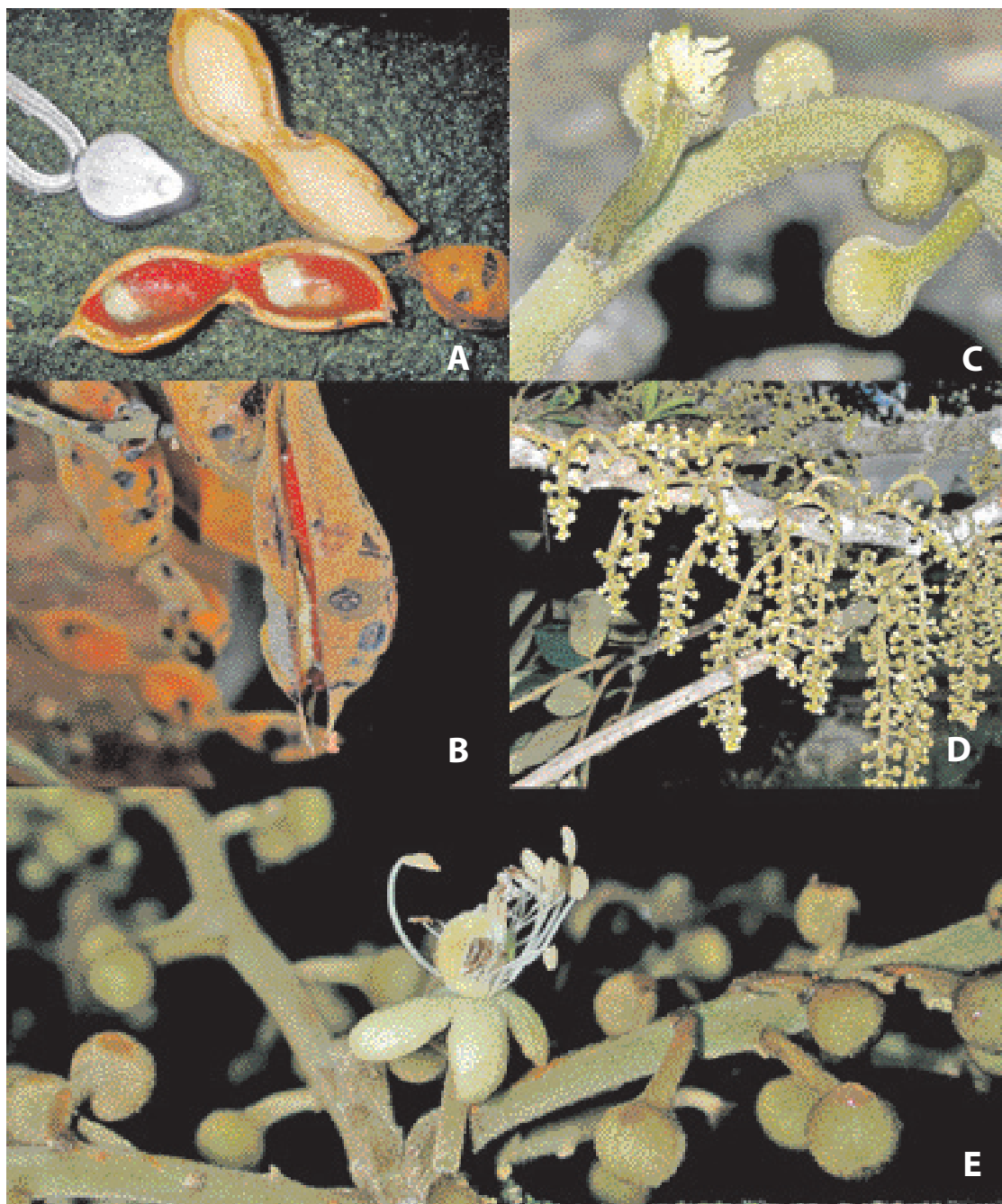


Fig. 3. *Swartzia maquenqueana* N. Zamora & D. Solano. A. Fruto abierto, con semillas cubiertas por arilo rojo. B. Rama con frutos maduros. C. Detalle de inflorescencia. D. Rama con inflorescencias. E. Flor en antesis. Fotos de los autores.

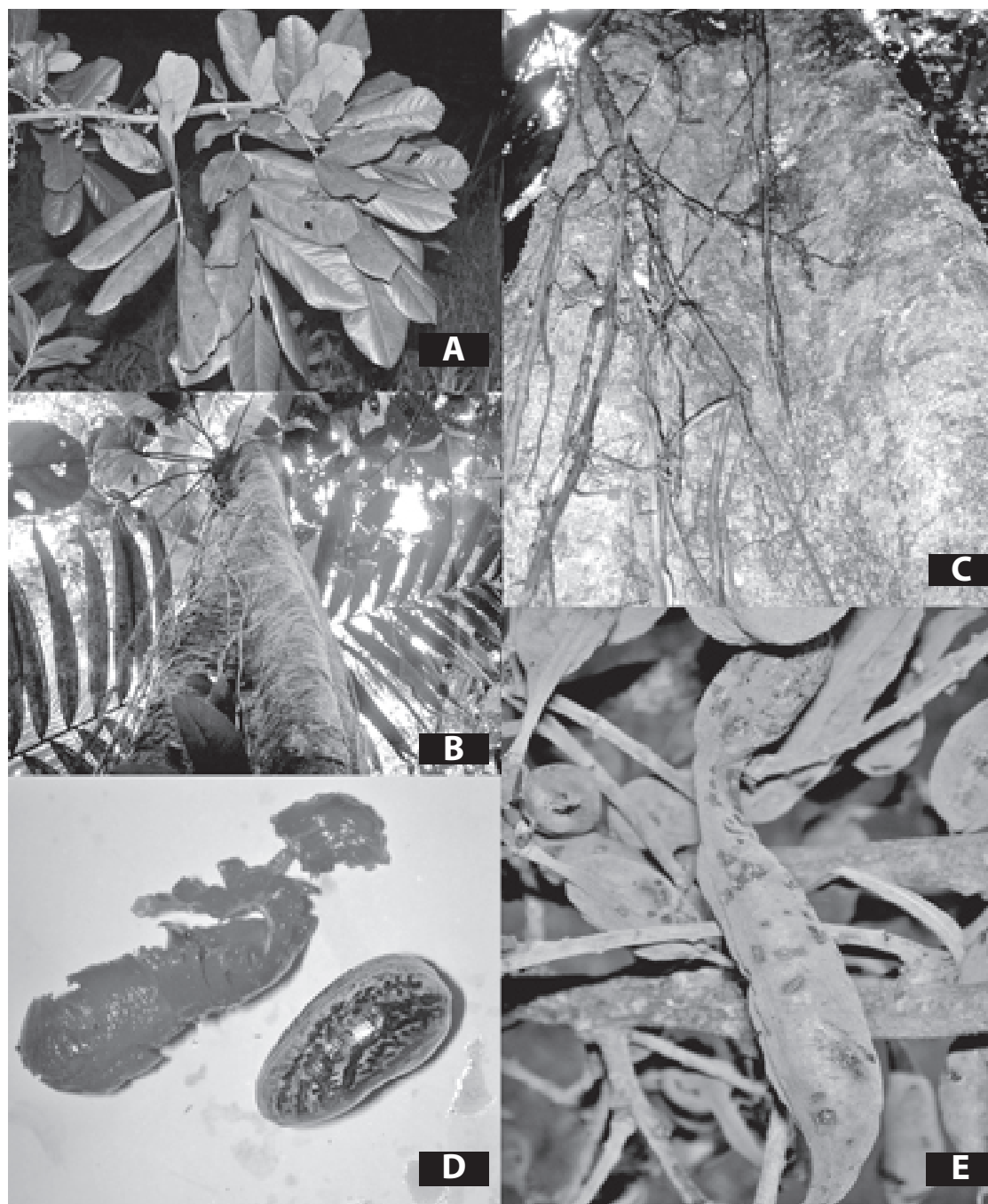


Fig. 4. *Swartzia maquenqueana* N. Zamora & D. Solano. A. Aspecto del follaje. B. Aspecto del tronco. C. Detalle del tronco. D. Arilo y semilla. E. Rama con frutos. Fotos de los autores.

ANÁLISIS TAXONÓMICO DE LAS ESPECIES DE PLANTAS INTRODUCIDAS EN COSTA RICA

EDUARDO CHACÓN¹ y GUIDO SABORIO-R.²

Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, 2060 San José, Costa Rica

¹edchacon@gmail.com - ²gsaborio@gmail.com

ABSTRACT. Introduced plants have become an important component of vegetation around the world. Both data bases and lists of introduced species allow us to compare their distribution and effects on natural ecosystems in different regions, giving us a better understanding of their ecology to develop preventive strategies. Here we present a taxonomic analysis of 1048 introduced plant species from Costa Rica, included in 609 genera of 148 families. We consider that the number of introduced plants is underestimated and it may increase as more investigation is developed in this field. The family with the largest number of species is Poaceae (118 spp.) followed by Fabaceae, with a total of 74. Moreover, 116 families have less than 10 species. A high percentage of the introduced species are herbs (55%) and the use of the introduced plants in Costa Rica is mainly ornamental (52%). For multiple purposes is used 8.9 % of the species, as ornamental, medicinal, and edible. Populations status of the introduced plants in Costa Rica is poorly known for most species and for about 31 % of the species analyzed here this information is completely unknown. From the rest of species, 47 % are cultivated and 22 % naturalized. The geographical origin of these species is extremely diverse; however, tropical Asia (19.4 %) and South America (18.6 %) are the most common origins of introduced plant species in Costa Rica. Here we present the first research on introduced plant species in Costa Rica and to our knowledge the first taxonomic analysis of the introduced flora in the Neotropics. To see the resulting catalogue of introduced plants in Costa Rica check <http://i3n.iabin.net> (whole address at the end of *Bibliografía consultada*).

RESUMEN. Las plantas introducidas se han convertido en un componente importante de la vegetación de casi todos los países del mundo. Tanto las bases de datos como listas de especies introducidas nos permiten comparar su distribución y sus efectos en los ecosistemas naturales en diferentes regiones, dándonos un mejor conocimiento de su ecología para desarrollar estrategias preventivas. Aquí presentamos el análisis de 1048 especies de plantas introducidas en Costa Rica, pertenecientes a 609 géneros y 148 familias. Consideramos que este número de especies introducidas es una subestimación, que debe aumentar cuando se genere más investigación sobre el tema. La familia con el mayor número de especies introducidas es Poaceae (118 spp.), seguida por Fabaceae con 74. Del total, 116 familias aportan 10 o menos especies. El 55 % de las especies introducidas son hierbas. El uso más común que se les da a las especies de plantas introducidas en Costa Rica es ornamental (52 %). Un 8.9 % de las especies tienen varios usos, como ornamentales, medicinales y comestibles. En Costa Rica es escasa o nula la información sobre el estado poblacional de las especies introducidas; no existen datos del 31% de las especies aquí registradas. El resto son especies cultivadas (47 %) o naturalizadas (22%). El origen geográfico de estas especies es muy variado; sin embargo, Asia tropical (19.4 %) y Sudamérica (18.6%) son las regiones de origen del mayor número de especies introducidas en Costa Rica. Aquí presentamos el primer estudio de las plantas introducidas en Costa Rica y, a nuestro conocimiento, el primer análisis taxonómico de la flora introducida en la región neotropical. El catálogo resultante de las plantas introducidas en Costa Rica se hallará en <http://i3n.iabin.net> (ver dirección completa al final de *Bibliografía consultada*).

PALABRAS CLAVE / KEY WORDS: Plantas introducidas / Introduced plants, vegetación / vegetation, Costa Rica, región neotropical / Neotropics

Las plantas introducidas se han convertido en un componente importante de la vegetación de casi todos los países del mundo (Weber 1997). Algunas de esas especies nos ofrecen muchos beneficios; sin embargo, el incremento en la naturalización y expansión de

algunas especies produce un serio impacto ecológico (Parker *et al.* 1999, D'Antonio & Vitousek 1992, Higgins *et al.* 1999, Kollman & Bañuelos 2004). Después de la destrucción de hábitats, la introducción de especies es la segunda causa de extinción y de

amenaza para las especies nativas en los continentes y es la primera causa de extinción y amenaza para especies nativas en islas oceánicas (Mauchamp 1997, Daehler *et al.* 2004).

Debido a su gran importancia, las especies introducidas han sido objeto de numerosos estudios en las últimas décadas. Esto ha generado mucha información sobre aspectos ecológicos de las invasiones, así como características clave de las especies invasoras y de las comunidades invadidas (Reichard & Hamilton 1997, Weber 1997). Muchos de estos estudios se han enfocado, por ejemplo, en evaluar la hipótesis de la resistencia biótica propuesta por Elton (1958). Esta hipótesis señala que las comunidades ricas en especies tienen una mayor resistencia a la invasión de especies que las comunidades con pocas especies. Sin embargo, los resultados obtenidos en diferentes estudios son contradictorios (Maron & Vila 2001, Espinosa-García *et al.* 2004).

Otros estudios han tratado de determinar qué características hacen a una especie más propensa a ser invasora (Baker 1967, Rejmanek & Richardson 1996, Reichard & Hamilton 1997, Rambuda & Johnson 2004). Algunos autores proponen que las plantas autocompatibles son mejores colonizadoras que las autoincompatibles (Baker 1967, Rambuda & Johnson 2004). Rejmanek & Richardson (1996) observaron que estadios juveniles de corta duración y períodos cortos entre grandes producciones de semillas son dos características comunes de las especies de *Pinus* cultivadas que son más invasoras. Sin embargo, estos estudios se han enfocado en un área en particular (Rambuda & Johnson 2004) o en un grupo taxonómico (Rejmanek & Richardson 1996), lo cual hace difícil generalizar los resultados.

Se ha generado un número importante de bases de datos y listas de especies de plantas introducidas en varios países del mundo (Vitousek *et al.* 1996, Weber 1997, Myers & Bazely 2003, Pyšek *et al.* 2003, Kühn 2004). Esto permite, con algunas limitaciones, comparar el comportamiento de las especies en distintos lugares, lo cual es sumamente importante para poder entender mejor la ecología de las plantas invasoras y, así, desarrollar estrategias preventivas (Pauchard *et al.* 2004). Reichard y Hamilton (1997), con base en un análisis realizado con plantas leñosas introducidas en Norteamérica, recomiendan no permitir la introducción de plantas en un determinado país si se sabe que éstas han causado serios daños en otros lugares.

A pesar de la gran cantidad de información que se ha generado, la mayoría se ha recopilado en zonas templadas, por lo que casi no existe información de

este tipo en los trópicos. Los ecosistemas tropicales tienen características muy distintas a las de ecosistemas de zonas templadas; por tanto, el comportamiento de las plantas exóticas podría ser muy diferente. De allí la importancia de generar información sobre las plantas introducidas en los países de zonas tropicales. Costa Rica no es la excepción y la información que existe sobre las plantas introducidas es casi nula. En un estudio preliminar, Bernhardt & Koch (1994) enumeran 27 especies de plantas europeas introducidas en zonas montañosas de Costa Rica. El Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio, www.inbio.ac.cr/) calcula que en el país existen unas 1500 especies de plantas introducidas, de las cuales esta organización presenta una lista de 62 especies. Aparte de estas dos referencias específicas sobre plantas introducidas, los textos sobre flora de Costa Rica mencionan pocas especies introducidas. Es importante destacar la falta casi total de información sobre ecología de las especies de plantas introducidas en Costa Rica, a pesar de que algunas de ellas se han extendido incluso dentro de algunos parques nacionales.

El objetivo de este trabajo es presentar (en Internet) la primera lista de especies de plantas introducidas en Costa Rica, con información sobre hábito, uso, origen y posible estado poblacional de la especie en este país. Debido a la falta de información que existe sobre el tema y a que continuamente se introducen nuevas especies de plantas en el país, no es posible elaborar una lista completa de especies introducidas en Costa Rica. Además, el estado poblacional de las especies presentadas aquí puede estar sujeto a cambios en el futuro. Consideramos que es importante dar a conocer esta información, porque puede impulsar la investigación de las plantas y de otros organismos introducidos en Costa Rica y, en general, en la región neotropical.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para recopilar la información se utilizó literatura disponible sobre la flora de Costa Rica, la base de datos y los especímenes del Herbario de la Universidad de Costa Rica (USJ), una lista preliminar del Jardín Botánico Lankester (C.O. Morales, datos sin publicar) y el Herbario Nacional de Costa Rica (CR). Esta lista no es definitiva, ya que subestima numerosas especies introducidas, de familias tales como Orchidaceae y Cactaceae, que se encuentran en jardines privados. Además, no se tiene información sobre helechos (Pteridophyta), especies que actualmente se importan,

ni sobre las plantas del Jardín Botánico Wilson.

Cada especie se catalogó según familia, autor, nombre común en español, hábito, uso y lugar de origen. La familia a la que cada especie pertenece se asignó con base en la clasificación del *Missouri Botanical Garden* en la base de datos TROPICOS. Para evitar sinónimos, los nombres de las especies se compararon con el *International Plant Name Index* (<http://www.ipni.org>), de donde también se tomaron los autores para el nombre de cada especie. Los nombres comunes, el hábito y el uso se tomaron de la misma fuente de origen de cada especie, por conocimiento previo, consulta a especialistas o por datos en los especímenes de los herbarios. Algunos datos

de origen se obtuvieron en la página web del *Germplasm Resources Information Network*, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (<http://www.ars-grin.gov>) o del *Electronic Plant Information Center* (<http://www.rbghkew.org.uk/epic/index.htm>). Los lugares de origen se asignaron según las unidades geográficas de Brummitt (2001, Fig. 1), que dividen el mundo en nueve regiones, ignorando límites políticos: Europa, África, Asia templada, Asia tropical, Australasia, Pacífico, Norteamérica, Sudamérica y Antártida. Para el análisis, las especies cuyo ámbito de distribución natural abarca más de una de estas regiones se asignaron a una categoría denominada “varios”.



Fig. 1. División geográfica utilizada para estandarizar el origen de las plantas introducidas (Tomado de Brummitt 2001).

RESULTADOS

El análisis presenta un total de 1048 especies de plantas introducidas en Costa Rica, las cuales pertenecen a 609 géneros de 148 familias. Puesto que el catálogo resultante es muy extenso, no es posible incluirlo aquí, pero podrá consultarse en la página web de la Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad (IABIN, <http://i3n.iabin.net>, ver dirección completa al final de *Bibliografía consultada*). La familia con el mayor número de especies introducidas es Poaceae

(118 spp.), seguida por Fabaceae con 74 (Cuadro 1). Del total de familias, 116 tienen 10 o menos especies introducidas (Fig. 2). Un alto porcentaje de las especies introducidas son hierbas (Fig. 3) y, en general, el uso más común que se da a las plantas introducidas es ornamental (Fig. 4). Aunque en Costa Rica la información sobre el estado poblacional de las especies introducidas es escasa o nula, la mayoría de las especies aquí presentadas se encuentran cultivadas

(Fig. 5). Finalmente, Asia tropical y Sudamérica son las regiones de origen del mayor número de especies introducidas en Costa Rica (Fig. 6).

DISCUSIÓN

Las 1048 especies de plantas introducidas en Costa Rica, registradas aquí, representan casi el 10 % de la flora nacional. Es importante aclarar que esta lista incluye varias especies que no han sido consideradas como parte de la flora nacional en los tratados de la flora costarricense. Aunque hay muy pocos estudios en los trópicos para realizar comparaciones, este valor es similar al comunicado para Chile (15 %), Puerto Rico (12 %) y Australia (11 %), pero es mucho menor que el divulgado para Nueva Zelanda (50 %) (Myers & Bazely 2003).

El gran número de especies en las familias Poaceae, Fabaceae y Asteraceae es, en parte, reflejo del gran número de especies que tienen estas familias en el mundo (Cuadro 1). Sin embargo, la familia Poaceae tiene casi el doble de especies que las familias siguientes. Este resultado es consistente con otros análisis de flora introducida (Daehler 1998, Pyšek 1998). Muchas especies de gramíneas han sido introducidas intencionalmente en diversas regiones del mundo, ya que a esta familia pertenecen importantes cultivos, como arroz, maíz, trigo, cebada, caña de azúcar y muchas especies utilizadas como forrajes. Además, muchas especies de esta familia han sido introducidas accidentalmente junto con especies de importancia económica.

Las Poáceas o Gramíneas poseen características que les confieren un alto potencial como especies invasoras, ya que se propagan rápidamente por crecimiento vegetativo, por lo que alcanzan altas densidades, su polinización es abiótica, producen un gran número de semillas pequeñas, que se dispersan fácilmente, tienen ciclo de vida anual y fotosíntesis favorecida en áreas abiertas expuestas al sol (Daehler 1998, Myers & Bazely 2003). Además, algunas especies de esta familia tienen una densa producción de paja (Daehler 1998) y alteran los regímenes naturales de fuego, lo que favorece su propio reestablecimiento (D'Antonio & Vitousek 1992), como sucede en el Pacífico norte de Costa Rica con el pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*), nativo de África.

A Poaceae pertenecen muchas especies invasoras, que en Costa Rica son de importancia económica por ser consideradas malezas de varios cultivos. Por ejemplo, los pastos jaragua (*H. rufa*), kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), pasto de elefante

(*Pennisetum purpureum*), estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) y calingüero (*Melinis minutiflora*), que fueron intencionalmente introducidos para forraje de ganado, pero se han convertido en un problema que debe tomarse en cuenta en planes de conservación en algunos sitios.

En el caso de la familia Fabaceae (en sentido amplio), la segunda en importancia, el alto número de especies se debe a que muchas fueron introducidas por su importancia económica para consumo humano, como forraje para ganado o como cobertura del suelo y fijadoras de nitrógeno. Varias especies de esta familia fueron introducidas accidentalmente junto con semillas de pastos, como es el caso de *Ulex europaeus*, arbusto común en el Parque Nacional Volcán Poás y en otras partes altas de la Cordillera Volcánica Central, y de varias especies naturalizadas del género *Trifolium*. Una característica de esta familia, que aumenta su potencial como invasora, es la capacidad de fijar nitrógeno en el suelo, pues esto aumenta la probabilidad de que una especie introducida sobreviva en un ambiente pobre en nitrógeno (Daehler 1998). En la familia Asteraceae, la tercera en importancia por el número de especies, muchas han sido introducidas en Costa Rica como plantas ornamentales y medicinales. Sin embargo, el número de especies introducidas parece estar en función del gran número total de especies que tiene esta familia (Cuadro 2), lo que concuerda con otros estudios (Daehler 1998, Pyšek 1998).

El alto número de especies en las familias Cactaceae y Arecaceae (Cuadro 2) se debe principalmente a que las especies de estas familias son muy utilizadas como ornamentales. Sin embargo, hay que considerar que varias especies de la familia Cactaceae han sido invasoras en otros países, v.g. Australia, donde fue necesario aplicar medidas de control biológico para reducir las poblaciones (Myers & Bazely 2003).

Algunas familias, como Orchidaceae y Rubiaceae, a pesar de tener muchas especies en el mundo (ca. 24 000 y 10 200, respectivamente, Mabberley 1997), tienen relativamente pocas especies introducidas en Costa Rica (8 y 17 especies, respectivamente), resultado similar al obtenido en otros estudios (Daehler 1998, Pyšek 1998). Pocas especies de estas familias están naturalizadas y, en general, no representan una amenaza de convertirse en invasoras. Como mencionamos anteriormente, el número de especies introducidas de la familia Orchidaceae está subestimado, debido a que muchas especies son adquiridas ilegalmente por coleccionistas y no se tienen registros de ellas. Muchas de estas introducciones suelen ser efímeras y sólo quedan en colecciones privadas. Una excepción es la

orquídea terrestre africana *Oeceoclades maculata*, que tiene poblaciones naturalizadas en Costa Rica y ha sido una colonizadora muy agresiva en otros países (Dressler 2003). En Rubiaceae, *Coffea arabica* (café) en la Isla del Coco y *C. canephora* en la Estación Biológica La Selva (Sarapiquí, Heredia) son consideradas invasoras (P. Madriz y O. Vargas, com. pers.).

La mayoría de las especies introducidas, registradas aquí, son hierbas (Fig. 3). Este resultado en parte se debe a que este es el hábito más común de las plantas y es, además, el hábito más común en las familias con más especies introducidas (Poaceae, Fabaceae, Asteraceae). Muchas plantas introducidas como ornamentales, comestibles y medicinales tienen este tipo de hábito. En el caso de los árboles, varias especies han sido introducidas como ornamentales y otras especies como maderables.

Consistente con otros estudios, el uso más común de las plantas introducidas en Costa Rica es ornamental (Fig. 4). Muchas de estas plantas han sido introducidas en años recientes por viveros comerciales y jardines botánicos. A pesar de que muchas plantas ornamentales permanecen solamente como cultivadas, en Australia, Suiza y algunas regiones de Estados Unidos un alto porcentaje de las especies que son invasoras fueron introducidas deliberadamente como ornamentales (Reichard & Hamilton 1997, Myers & Bazely 2003). En Costa Rica, algunas especies introducidas como ornamentales ya se han naturalizado y pueden causar problemas, como es el caso de *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae), cuyas flores producen un néctar tóxico para los visitantes florales, que podría causar daños en la apicultura (Trigo & dos Santos 2000).

La introducción de plantas ornamentales se ve favorecida por el crecimiento de la industria de la jardinería y por las políticas de globalización (Myers & Bazely 2003). Costa Rica no es la excepción, pues existen pocas medidas de seguridad establecidas por el gobierno para la importación de especies (Ley N° 7317 de Conservación de Vida Silvestre).

Muchas plantas también fueron introducidas como comestibles o industriales y algunas de éstas actualmente son los principales productos agrícolas de exportación del país; tal es el caso del café (*Coffea arabica*, Rubiaceae) y del banano (*Musa x paradisiaca*, Musaceae). No obstante, para la gran mayoría de las especies de nuestro catálogo no se pudo averiguar cuál fue el motivo por el que se introdujeron en Costa Rica. Muchas fueron introducidas accidentalmente, porque las semillas llegaron mezcladas con las de otras plantas traídas intencionalmente; esto ha ocurrido también en otros países (Myers & Bazely 2003).

Un porcentaje importante de las plantas introducidas en Costa Rica tiene su origen en Asia tropical (19.4%) y en Sudamérica (18.6%). En ambas regiones las condiciones ambientales son similares a las de Costa Rica, lo que favorece que las especies introducidas sobrevivan y se establezcan. Un alto porcentaje de las especies de origen europeo ya habían llegado antes del siglo veinte y fueron traídas por los españoles durante la época de la Colonia o por algunos gobernantes después de la Independencia de Costa Rica (1821).

Hasta ahora, excepto por muy pocos estudios (Di Stefano *et al.* 1998, Sierra 2001a,b) y algunas charlas y talleres, en general se ha puesto poca atención a las especies introducidas en Costa Rica. En el caso de las plantas, algunos científicos y personal técnico saben cuáles especies poseen potencial como invasoras, incluso cuáles se encuentran en bosques de áreas protegidas. Sin embargo, esta información no está publicada o no ha sido recopilada adecuadamente; así, es difícil determinar cuáles especies están naturalizadas, qué efectos pueden causar en los ecosistemas naturales y cuáles son las áreas más vulnerables.

Es necesario establecer mejores controles en la introducción de especies, así como incentivar el uso de especies nativas en sectores tales como el forestal, el agropecuario y el de paisajismo urbano. Por último, se espera que esta lista sea una fuente de consulta para todas las personas interesadas en las plantas introducidas, quienes realizan estudios ecológicos, manejan áreas protegidas y protegen cultivos, entre otros.

AGRADECIMIENTOS. Agradecemos a Carlos O. Morales, Gilbert Barrantes y Jorge Gómez Laurito (Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica) por su invaluable ayuda en la revisión de este manuscrito y del catálogo publicado en Internet. Agradecemos a *Idea Wild*, por su contribución a la realización de este trabajo, y a Andrea Grosse, por su ayuda en la publicación del catálogo en la página web de la Red de Información de Invasoras de IABIN (I3N).

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Baker, H.G. 1967. Support for Baker's law - as a rule. *Evolution* 21: 853-856.
- Bernhardt, K.-G. & M. Koch. 1994. Eingeführte Pflanzen aus Europa als Bestandteil der Vegetation Costa Ricas (Zentralamerika). *Bauhinia* 11(2): 121-127.
- Brummitt, R.K. 2001. World Geographical Scheme for Recording Plant Distributions Edition 2. International Working Group on Taxonomic Databases for Plant

- Sciences (TDWG). 137 p.
- Burger, W. 1977. Flora Costaricensis. Fieldiana, Bot. 35: 1-227
- Burger, W. 1977. Flora Costaricensis. Fieldiana, Bot. 40: 1-291
- Burger, W. 1983. Flora Costaricensis. Fieldiana, Bot., n.ser. 13: 1-255
- Burger, W. 1986. Flora Costaricensis. Fieldiana, Bot., n.ser. 18: 1-92
- Burger, W. 1991. Flora Costaricensis. Fieldiana, Bot., n.ser. 28: 1-52
- D'Antonio, C. & P. Vitousek. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass-fire cycle and global change. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 23: 63-88.
- Daehler, C.C. 1998. The taxonomic distribution of the invasive angiosperm plants: ecological insights and comparison to agricultural weeds. *Biol. Conserv.* 84: 167-180.
- Daehler, C.C., J.S. Denslow, S. Ansari & H-C. Kuo. 2004. A risk-assessment system for screening out invasive pest plants from Hawaii and other Pacific islands. *Conserv. Biol.* 18(2): 360-368.
- Di Stéfano, J.F., L.A. Fournier, J. Carranza, W. Marín & A. Mora. 1998. Potencial invasor de *Syzygium jambos* (Myrtaceae) en fragmentos boscosos: El caso de Ciudad Colón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 46: 567-574.
- Espinosa-García, F.J., J.L. Villaseñor & H. Vibrans. 2004. The rich generally get richer, but there are exceptions: Correlations between species richness of native plant species and alien weeds in Mexico. *Diversity Distrib.* 10: 399-407.
- Hammel, B.E., M.H. Grayum, C. Herrera & N. Zamora (eds). 2003a. Manual de Plantas de Costa Rica. Vol. II. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 92: 1-694.
- Hammel, B.E., M.H. Grayum, C. Herrera & N. Zamora (eds). 2003b. Manual de Plantas de Costa Rica. Vol. III. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 93: 1-884.
- Higgins, S.I., D.M. Richardson, R.M. Cowling & T.H. Trinder-Smith. 1999. Predicting the landscape-scale distribution of alien plants and their threat to plant diversity. *Conserv. Biol.* 13(2): 303-313.
- Holdridge, L. R., L.J. Poveda & Q. Jiménez. 1997. Árboles de Costa Rica Vol 1. 2 ed. Centro Científico Tropical, San José. 544 p.
- Jiménez M., Q., A. Estrada, A. Rodríguez & P. Arroyo. 1996. Manual dendrológico de Costa Rica. Taller de Publicaciones, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. 165 p.
- Judd W.S., C.S. Campbell, E.A. Kellog & P.F. Stevens. 1999. Plant Systematics: A phylogenetic approach. Sinauer Assoc., Massachusetts. 464 p.
- Kollmann, J. & M. J. Bañuelos. 2004. Latitudinal trends in growth and phenology of the invasive alien plant *Impatiens glandulifera* (Balsaminaceae). *Divers. Distrib.* 10: 377-385.
- Kühn, I, W. Durka & S. Klotz. 2004. BiolFlor: a new plant-trait database as a tool for plant invasion ecology. *Divers. Distrib.* 10: 363-365.
- Leon, J. & L.J. Poveda. 2000. Nombres comunes de las plantas en Costa Rica. Edit. Guayacán, San José. 915 p.
- Mabberley, D.J. 1997. The plant-book. Cambridge Univ. Press, U.K. 858 p.
- Maron, J.L. & M. Vila, 2001. When do herbivores affect plant invasion? Evidence for the natural enemies and biotic resistance hypotheses. *Oikos* 95: 361-373.
- Mauchamp, A. 1997. Threats from alien plants species in the Galápagos Islands. *Conserv. Biol.* 11(1): 260-263.
- Myers, J.H. & D.R. Bazely. 2003. Ecology and control of introduced plants. Cambridge Univ. Press, U.K. 313 p.
- Parker, I.M., D. Simberloff, W.M. Lonsdale, K. Goodell, M. Wonham, P.M. Kareiva, M.H. Williamson, B. von Holle, P.B. Moyle, J.E. Byers & L. Goldwasser. 1999. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biol. Invasions* 1: 3-19.
- Pauchard, A., L.A. Cavières & R.O. Bustamante. 2004. Comparing alien plant invasions among regions with similar climates: where to from here? *Divers. Distrib.* 10: 371-375.
- Pyšek, P. 1998. Is there a taxonomic pattern to plant invasions? *Oikos* 82: 282-294.
- Pyšek, P., J. Sádlo & B. Mandák. 2003. Alien flora of the Czech Republic, its composition, structure and history. *Plant Invasions: Ecological Threats and Management Solutions*. p. 113-130.
- Rambuda, T.D. & S.D. Johnson. 2004. Breeding systems of invasive alien plants in South Africa: does Baker's rule apply? *Divers. Distrib.* 10: 409-416.
- Reichard, S.H. & C.W. Hamilton. 1997. Predicting invasions of woody plants introduced into North America. *Conserv. Biol.* 11(1): 193-203.
- Rejmanek, M. & D.M. Richardson. 1996. What attributes make some plant species more invasive? *Ecology* 77(6): 1655-1661.
- Richardson, D.M., P. Pyšek, M. Rejmanek, M.G. Barbour, F.D. Panetta & C.J. West. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Divers. Distrib.* 6: 93-107.

- Rivas, M. 1996. Cactáceas y suculentas del Jardín Botánico Lankester. EUNED, San José. 120 p.
- Sierra, C. 2001a. El cerdo cimarrón (*Sus scrofa*, Suidae) en la Isla del Coco, Costa Rica. Composición de su dieta, estado reproductivo y genética. *Rev. Biol. Trop.* 49: 1147-1157.
- Sierra, C. 2001b. El cerdo cimarrón (*Sus scrofa*, Suidae) en la Isla del Coco, Costa Rica: escurbaduras, alteraciones al suelo y erosión. *Rev. Biol. Trop.* 49: 1158-117.
- Standley, P.C. 1937a. Flora of Costa Rica. Part I. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 18:1-398.
- Standley, P.C. 1937b. Flora of Costa Rica. Part II. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 18: 401-780.
- Standley, P. C. 1938a. Flora of Costa Rica. Part III. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 18: 783-1133.
- Standley, P.C. 1938b. Flora of Costa Rica. Part IV. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 18: 1133 -1571.
- Trigo, J.R. & W.F. dos Santos. 2000. Insect mortality in *Spathodea campanulata* Beauv. (Bignoniaceae) flowers. *Rev. Bras. Biol.* 60(3): 537-538.
- Vitousek, P.M., C.M. D'Antonio, L.L. Loope & R. Westbrooks. 1996. Biological Invasions as Global Environmental Change. *Amer. Scientist* 84: 468-78.
- Weber, E.F. 1997. The alien flora of Europe: a taxonomic and biogeographic overview. *J. Veget. Sci.* 8: 565-572.

Ubicación del Catálogo de plantas introducidas en Costa Rica:

<http://i3n.iabin.net/participants/costarica.html>

Cuadro 1. Familias de plantas con más de 30 especies introducidas en Costa Rica y, según Mabberley (1997) y Judd *et al.* (1999), número de especies de estas familias en el mundo.

Familia	Número de especies introducidas en Costa Rica	Número de especies en el mundo
Poaceae	118	9500
Fabaceae	74	12150
Asteraceae	49	22750
Cactaceae	36	1400
Arecaceae	33	2780
Myrtaceae	29	4620

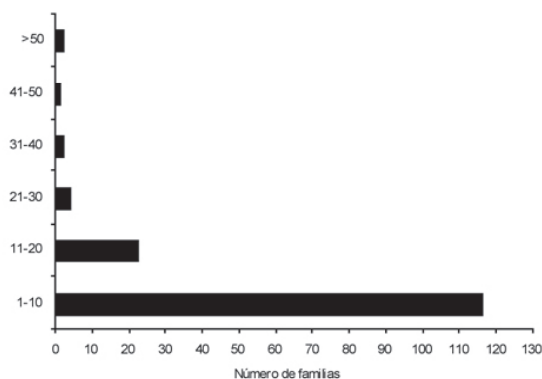


Fig. 2. Número de familias de plantas según el número de especies introducidas en Costa Rica.

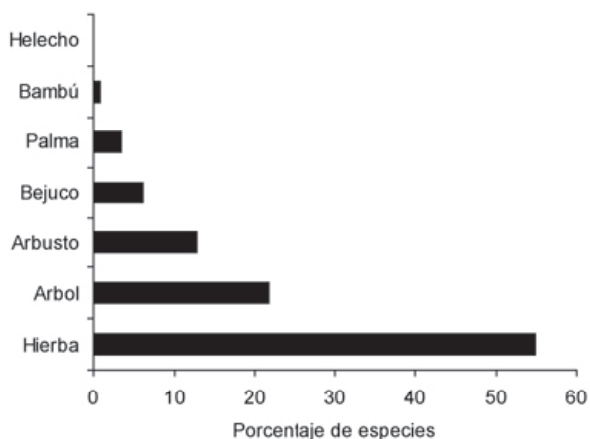


Fig. 3. Porcentaje de especies de plantas introducidas en Costa Rica según su hábito.

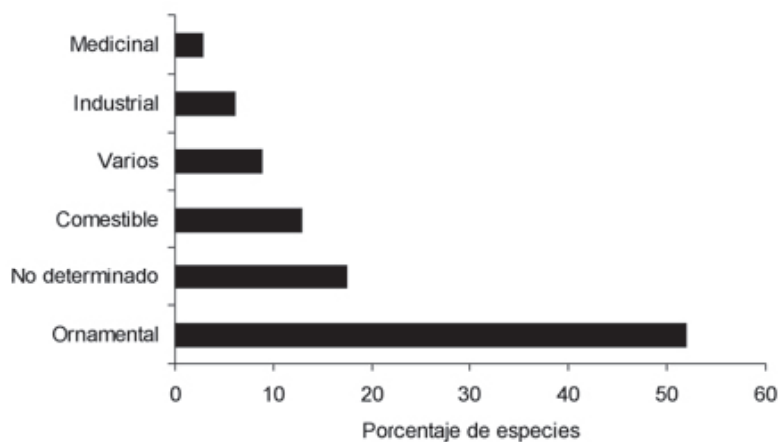


Fig. 4. Porcentaje de especies de plantas introducidas en Costa Rica según su uso.

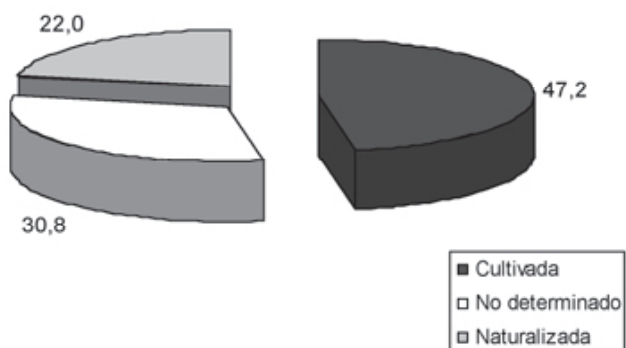


Fig. 5. Porcentaje de especies de plantas introducidas en Costa Rica según su estado poblacional.

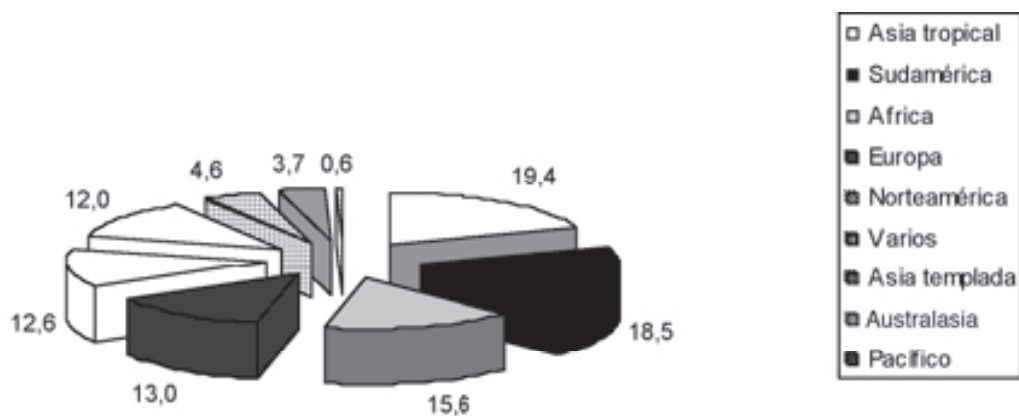


Fig. 6. Porcentaje de especies de plantas introducidas en Costa Rica según su origen geográfico.

VARIACIÓN ANUAL DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE *LIPPIA ALBA* (VERBENACEAE) CULTIVADA EN COSTA RICA

JOSÉ F. CICCIO¹ & RAFAEL A. OCAMPO²

¹Centro de Investigaciones en Productos Naturales (CIPRONA), Escuela de Química, Universidad de Costa Rica, 2060 San José, Costa Rica - jfciccio@equi.ucr.ac.cr

²Bougainvillea S.A., San José, Costa Rica.

ABSTRACT. The variation of the annual chemical composition of the essential oil from leaves of *Lippia alba* (Verbenaceae) *sweet form* cultivated in the tropical Caribbean region of Costa Rica was determined by capillary GC/FID and GC/MS. The major constituents are carvone (62.44 - 67.55 %) and limonene (20.77 - 24.95 %).

RESUMEN. Se estudió la variación anual de la composición química del aceite esencial de las hojas de *Lippia alba* (Verbenaceae), forma *dulce*, que crece en la región tropical húmeda de Costa Rica, utilizando cromatografía de gases capilar (CG) y espectrometría de masas (EM). Los constituyentes mayoritarios del aceite son carvona (62,44 - 67,55 %) y limoneno (20,77 - 24,95 %).

PALABRAS CLAVE / KEY WORDS: *Lippia alba*, Verbenaceae, aceite esencial / essential oil, cromatografía de gases / GC-MS analysis, carvona / carvone, limoneno / limonene.

INTRODUCCIÓN

La juanilama o *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown es una planta aromática que se cultiva en los jardines de muchas casas de Costa Rica, tanto en el Valle Central como en zonas del Pacífico sur y del Atlántico. Como razones para ese cultivo encontramos que la planta posee propiedades medicinales y que es apreciada por los apicultores puesto que produce gran cantidad de néctar.

En general, el uso tradicional y popular de *L. alba* en América está referido principalmente a la infusión de las hojas y las flores. Se emplea para trastornos gastrointestinales o digestivos, como antiespasmódico en cólicos hepáticos y como expectorante, febrífugo y sudorífico. Además, se le atribuyen actividades antisépticas, astringentes y emenagogas (Morton 1981, Gupta 1995). En Costa Rica, los usos son similares, con la adición de que se usa frecuentemente para desinflamar, contra dolores reumáticos y contra resfriados (Núñez-Meléndez 1975, Ocampo & Maffioli 1987).

La planta pertenece a la familia Verbenaceae, en la que se incluyen cerca de 70 géneros y 2000 especies que se distribuyen en casi todas las regiones del planeta. Esta familia es más abundante en las regiones tropicales y subtropicales, donde se encuentra como hierbas, arbustos y árboles y tiene valor económico por algunos productos ornamentales y medicinales (Montiel 1991, Atkins 2004). El género *Lippia* está

constituido por cerca de 200 especies, que incluyen hierbas, arbustos y pequeños árboles. Estas especies se encuentran distribuidas principalmente en América Central, América del Sur y África tropical (Verdcourt 1992).

Lippia alba es un arbusto aromático, ramificado desde la base, perenne (a veces subarbolito o hierba), erecto, densamente pubescente, de hasta 2 m de alto, con ramas descendentes, con hojas decusado-opuestas de márgenes serrados e inflorescencias axilares, generalmente solitarias. Las flores son de color púrpura, lila o blancas. En Costa Rica se pueden identificar dos formas principales: una con un olor fragante (*forma dulce*) y otra con un olor sumamente fuerte y poco agradable (*forma fuerte*) (Ocampo & Valverde 2000, Ciccio & Ocampo 2004). La forma fuerte está presente en el trópico seco de Costa Rica (1200 mm de precipitación), con ramas péndulas, raíces adventicias en los nudos, hojas de color verde oscuro, largas y angostas, con entrenudos largos y con un aroma fuerte y áspero. La forma dulce se encuentra en el trópico húmedo (3000-4000 mm de precipitación), con ramas erectas, entrenudos cortos, hojas de color verde claro, redondas, con un aroma suave y dulce. Se considera que esta forma fue introducida de Panamá. En la literatura se encuentran más de 15 sinónimos para esta especie, que ha sido ubicada anteriormente en los géneros *Lantana*, *Verbena* y *Zapania* (Gupta 1995). Se

encuentra desde regiones secas en América del Norte, sur de Estados Unidos (Texas) y México, América Central, hasta Argentina, y en regiones húmedas como la Amazonia y las islas del Caribe.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ACEITES ESENCIALES

Los aceites esenciales de esta planta se caracterizan por poseer una composición muy variable, dependiendo del lugar de procedencia (Velasco-Negueruela *et al.* 1993, Terblanché & Cornelius 1996). Por ejemplo, en plantas que crecen en Argentina se encontraron varios quimiotipos (que son plantas de una misma especie que se diferencian entre sí porque presentan una distinta composición química del aceite), que tienen como constituyentes mayoritarios lippiona (1,2-epoxipulegona) (Retamar 1994), dihidrocarvona (Fester *et al.* 1961a), citral y 1,8-cineol (Fester *et al.* 1961b), y un cuarto tipo con piperitona (36,7%) y limoneno (34,2%) (Catalán *et al.* 1977).

En la región de São Paulo, al sureste de Brasil (Frighetto *et al.* 1998, Siani *et al.* 2002) se encontró otro tipo, que contiene como constituyentes principales *S*-linalol (78,9%) y 1,8-cineol (6,5%), hallado también en plantas obtenidas en condiciones experimentales, provenientes de Paraje Las Brujas, Canelones, Uruguay (Lorenzo *et al.* 2001) con más del 55% de linalol. Ricciardi *et al.* (1999) determinaron tres quimiotipos de *Lippia alba* en el Chaco y en Corrientes (región del nordeste de Argentina), sitio de origen de las plantas. Se demostró la existencia del quimiotipo citral en las plantas del Chaco, correlacionado con el que Fester llamó quimiotipo del norte de Santa Fe y Entre Ríos (Fester *et al.* 1961). La determinación de la distribución enantiomérica del linalol en *L. alba* del Chaco, en verano, permitió corroborar que se trata principalmente de 3*S*-(+)-linalol, que coincide con lo observado por Siani *et al.* (2002) en la misma especie procedente de Brasil y por Lorenzo *et al.* (2001) en especies silvestres de Uruguay. Se informó de un quimiotipo de plantas que crecen en Uruguay, en el que los constituyentes principales del aceite son alcanfor (18,2%) y 1,8-cineol (16,5%) (Dellacassa *et al.* 1990), además de la existencia del quimiotipo linalol (Lorenzo *et al.* 2001). El aceite de *L. alba* recolectada en Manaus, Brasil (Craveiro *et al.* 1981), posee β -cariofileno (24,3%), geranial (12,9%), neral (9,6%) y 2-undecanona (9,0%), mientras que otro tipo químico de Brasil, cultivado en Paraná, presentó γ -terpineno (46,7%), *p*-cimeno (8,7%) y β -cariofileno (7,2%) como constituyentes mayoritarios (Gómez *et al.* 1993). Las plantas cultivadas en la región noreste de Brasil presentaron dos quimiotipos: uno con neral

(27,2-30,4%), geranial (35,6-41,0%) y limoneno (9,1-13,1%) y otro con carvona (42,3-54,7%), limoneno (23,2-30,4%) y *p*-cimeno (3,1-10,6%) (Fun & Baerheim-Svendsen 1990, Matos *et al.* 1996).

En Cuba (Pino & Ortega 1996, Pino *et al.* 1996) se informó de un tipo semejante a este último de Brasil, que presentó carvona (29,0 - 40,0%), piperitenona (6,4 - 8,3%), limoneno (5,8 - 6,5%) y β -guaieno (9,8 - 11,5%) como compuestos mayoritarios. El quimiotipo carvona también se encontró en plantas recolectadas en Iquitos, Perú (Leclercq *et al.* 1999) con un 63,4% de carvona, 5,6% de germacreno D y un 5,1% de limoneno. También en material cultivado en la región caribe de Costa Rica se encontró el quimiotipo carvona-limoneno (Ciccio & Ocampo 2004), que también se encontró en Bucaramanga, Colombia, donde se determinó que el aceite es rico en *S*-carvona (41 - 57%) (Stashenko *et al.* 2004).

En América del Norte, el aceite esencial obtenido de plantas cultivadas en macetas (en Delaware), procedentes de Sinaloa, México, dio un nuevo quimiotipo en el que los constituyentes mayoritarios son metilchavicol (estragol) (56,5%), 1,8-cineol (12,6%) y canfeno (7,0%) (Tucker & Maciarello 1999). En Guatemala se encontró un quimiotipo con neral (17,6 - 18,9%), geranial (24,7 - 27,0%) y 1,8-cineol (20,3 - 25,4%) (Fischer *et al.* 2004). Un nuevo quimiotipo que contiene mircenona (37,8 - 58,2%) y (*Z*)-ocimenona (11,1 - 16,3%) se encontró en Guatemala (Fischer *et al.* 2004), en las regiones del Pacífico y del centro de Costa Rica (Ciccio & Ocampo 1998) y en la provincia de Corrientes, Argentina (Ricciardi *et al.* 1999).

IMPORTANCIA ECONÓMICA

La planta tiene importancia económica en América Central, ya que se vende en los mercados populares y se emplea en la industria de tisanas (CATIE 1995) y en preparaciones medicinales. En Colombia, la industria emplea material para tisanas con propósito digestivo, para comprimidos y encapsulados así como en sales para baños y para cremas (Gutiérrez & Duque 2003). En el mercado de Costa Rica, se encuentra en la forma comercial de bolsitas-filtro, para infusión y como parte de la fórmula de algunos productos para el tratamiento de resfriados (congestión de vías respiratorias) y contra el reumatismo (preparaciones con base en extractos alcohólicos, algunas veces combinados con extractos de saragundí (*Senna alata*, Fabaceae) y de Chile (*Capsicum* spp., Solanaceae). En la *Farmacopea Vegetal Caribeña* se indica la decocción de la hoja fresca, vía oral, como un uso tradicional significativo para la gripe y el resfriado (Germosén-Robineau 2005).

Recientemente ha aparecido un resumen de mercado basado en el quimiotipo carvona (UNCTAD 2005).

Este trabajo tiene como propósito el estudio de la variación en la composición de los aceites esenciales obtenidos del material proveniente de cinco cosechas efectuadas en el transcurso de un año, a partir de una plantación en la zona atlántica de Costa Rica, que corresponde al quimiotipo carvona-limoneno (forma dulce de *Lippia alba*). Los resultados son relevantes desde el punto de vista de la calidad del material de cultivo (domesticación), ya que permite determinar si, durante el año, en la materia prima ocurren cambios importantes en la composición química de los aceites.

PARTE EXPERIMENTAL

MATERIAL VEGETAL: El material vegetal provino de parcelas cultivadas por Bougainvillea S.A., Costa Rica, de plantas originalmente procedentes de la región de Talamanca, provincia de Limón (zona sureste de Costa Rica). El cultivo está establecido en la región tropical húmeda caribeña, con una altitud de 100 m, una temperatura media de 22 °C y una precipitación media de 3000 mm (localización 10°01'03.1"N, 83°19'41.6"W).

Las plantas se caracterizan por el crecimiento erecto, entrenudos cortos y hojas cortas con un olor fragante y dulce. Se estudiaron muestras de cultivo recogidas en junio, septiembre y diciembre de 2003, así como en febrero y abril de 2004. Todas las muestras se secaron a la sombra durante una semana. Un ejemplar testigo se depositó en el Herbario de la Universidad de Costa Rica (USJ-70741).

EXTRACCIÓN: Los aceites esenciales de las hojas secas fueron extraídos mediante el procedimiento de hidrodestilación, durante 3 h, empleando para ello un equipo de Clevenger modificado. Los aceites, levemente amarillentos, se secaron sobre sulfato de sodio anhidro, obteniéndose rendimientos que oscilan entre 2,0 y 2,7% (v/m).

ANÁLISIS CG/FID: Los análisis de los aceites de *L. alba* se efectuaron usando un equipo Shimadzu GC-17. Los datos se obtuvieron en una columna capilar de sílice fundida con un recubrimiento interno de 5% fenil metilpolisiloxano (30 m x 0.25 mm d. i., grosor de película de 0.20 µm), Heliflex (Alltech) AT-5, y con el software Shimadzu Class-VP, versión 4.3. Las condiciones de operación fueron: gas portador: N₂

(1.0 mL/min); temperatura del horno, programación: 60-220°C a 3°C/min, 220°C; temperatura del puerto de inyección de muestra: 250 °C; temperatura del detector: 275 °C; sistema de inyección *split* 1: 50.

ANÁLISIS CG/EM: El análisis por CG/EM se efectuó utilizando un equipo Shimadzu GC-17A acoplado con el aparato GCMS-QP5050 y utilizando el software CLASS 5000 con la base de datos Wiley138. Los datos se obtuvieron en una columna capilar de sílice fundido (30 m x 0.25 mm; grosor de película de 0.25 µm) y con un recubrimiento interno de 5% fenil metilpolisiloxano. Las condiciones de operación fueron: gas portador He, flujo 1.0 mL/min; temperatura del horno, programación: 60-240°C a 3°C/min; temperatura del puerto de inyección de muestra: 250°C; temperatura del detector: 260°C; voltaje de ionización: 70eV; corriente de ionización 60 µA; velocidad de barrido 0.5 s sobre un ámbito de 38-400 amu; *split* 1:70.

IDENTIFICACIÓN: Los constituyentes de los aceites se identificaron mediante sus índices de retención, por comparación de sus espectros de masas con los publicados en la literatura (McLafferty 1993, Adams 2001) y por comparación visual usando nuestra propia base de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos para los compuestos mayoritarios se muestran en el Cuadro 1. Como se observa del análisis de las muestras, la planta pertenece al quimiotipo carvona-limoneno. Por tanto, el biotipo de planta (*Lippia alba*, forma *dulce*) que se encuentra en forma natural en el sureste de Costa Rica se asemeja a los quimiotipos registrados en Colombia (Stashenko *et al.* 2004), Brasil (Matos *et al.* 1996), Perú (Leclercq *et al.* 1999) y Cuba (Pino & Ortega 1996, Pino *et al.* 1996); sin embargo, se diferencia del de Cuba, por ejemplo, en que no presenta β-guaieno. Los dos constituyentes mayoritarios del aceite esencial se mantuvieron dentro de los siguientes límites: 62,44 % a 67,55 % de carvona y 20,77 % a 24,95 % de limoneno.

Se puede concluir que la composición química del aceite es notablemente estable durante el año. Por tanto, en esa región específica de la zona atlántica de Costa Rica la cosecha de la planta se podría efectuar durante distintos meses del año sin que haya una gran variación en la composición del aceite. Esto parece indicar que se tiene una calidad consistente de la planta seca, lo cual

es muy importante para la estandarización de extractos y de aceite esencial con propósitos comerciales.

La gran diversidad química de esta especie parece reflejar su capacidad de respuesta a las diversas condiciones extrínsecas del medio ecológico (coordinadas geográficas, clima, suelo, exposición

solar, etc.), ya que se encuentra tanto en regiones tropicales como subtropicales del continente americano; también podría reflejar una gran plasticidad genética propia de esta especie, que probablemente le permite adaptarse con mayor facilidad a diversos hábitats del continente.

Cuadro 1. Variación porcentual de los constituyentes mayoritarios de *Lippia alba* (Verbenaceae) cosechada durante diversos meses en la bajura atlántica de Costa Rica (10°01'03.1"N, 83°19'41.6"W).

Constituyente	junio %	septiembre %	diciembre %	febrero %	abril %
mircenol	1,24	0,80	1,11	1,23	1,00
limoneno	24,95	20,77	24,70	24,19	22,32
linalol	0,56	0,33	0,39	0,55	0,51
carvona	63,92	67,55	64,17	62,44	62,58
piperitona	0,44	0,56	0,44	0,64	0,42
β-bourboneno	0,82	1,48	1,06	1,33	1,49
β-cariofileno	0,87	1,25	1,07	1,26	1,43
E-β-farneseno	0,36	0,59	0,44	0,59	0,83
germacreno D	2,73	3,05	2,78	3,66	4,26

AGRADECIMIENTOS. Agradecemos al CYTED, Proyecto IV.20 (Normalización de productos naturales obtenidos de especies de la flora aromática latinoamericana) por permitir nuestra participación en este proyecto. Agradecemos a Lorena Hernández, Grettel Morales y Carlos Chaverri por su colaboración.

LITERATURA CITADA

- Adams, R.P. 2001. Identification of essential oil components by gas chromatography/ Quadrupole mass spectroscopy. Allured Publish., Carol Stream, IL.
- Atkins, S. 2004. Verbenaceae. In: Smith, N., S.A. Mori, A. Henderson, D.W. Stevenson & S.V. Heald (eds.). Flowering plants of the New Tropics. The New York Bot. Gard., Princeton Univ. Press. p. 387-390.
- Catalán, C.A.N., D.J. Merez & J.A. Retamar. 1977. Aceite esencial de *Lippia alba* (Miller) N.E. Brown de la provincia de Tucumán. Riv. Ital. EPPOS 59: 513-518.
- CATIE. 1993. Caracterización de los sectores asociados a la producción, comercialización y transformación de plantas medicinales. Mimeografiado. 35 p.
- Ciccio, J.F. & R.A. Ocampo. 1998. Estudio del aceite esencial de *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britton & Wilson (Verbenaceae) de Costa Rica. Informe parcial Proyecto IV.6. La flora Iberoamericana y su aprovechamiento para la producción de aromas y fragancias de interés industrial (mimeografiado).
- Ciccio J.F. & R.A. Ocampo. 2004. Aceite esencial de *Lippia alba* (Verbenaceae) cultivada en el trópico húmedo en el Caribe de Costa Rica. Ing. Cien. Quím. 21: 13-16.
- Craveiro, A.A., J.W. Alencar, F.J.A. Matos, C.H.S. Andrade & M.I.L. Machado. 1981. Essential oils from Brazilian Verbenaceae. Genus *Lippia*. J. Nat Prod. 44(5): 598-601.
- Dellacassa, E., E. Soler, P. Menéndez & P. Moyna. 1990. Essential oils of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown and *Aloysia chamaedrifolia* Cham. (Verbenaceae) from Uruguay. Flav. Fragr. J. 5: 107-108.
- Fester, G., J. Retamar, A. Ricciardi & A. Cassano. 1961. Algunas esencias volátiles. 14ª. Comunicación. Rev. Fac. Ing. Quím. 30: 5-10.
- Fester, G., L.R. Fonseca, A. Ricciardi, A. Cassano & J. Burgos. 1961. Algunas esencias volátiles. 15ª. Comunicación. Rev. Fac. Ing. Quím. 30: 11-14.

- Fischer, U., R. López, E. Pöll, S. Vetter, J. Novak & C.M. Franz. 2004. Two chemotypes within *Lippia alba* populations in Guatemala. *Flavour Fragr. J.* 19: 333-335.
- Frighetto, N.J.G. de Oliveira, A.C. Siani & K.C. das Chagas. 1998. *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. (Verbenaceae) as a source of linalool. *J. Essent. Oil Res.* 10: 578-580.
- Fun, C.E. & A. Baerheim Svendsen. 1990. The essential oil of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. *J. Essent. Oil Res.* 2: 265-267.
- Germosén-Robineau, L. (ed.). 2005. *Farmacopea Vegetal Caribeña*. 2a ed. TRAMIL, Edit. Universitaria, UNAN, León, Nicaragua. p. 254-257.
- Gómes, E.C., L.C. Ming, O.E.A. Moreira, G. Miguel, M.D. Miguel, V.A. Kerver, A. Conti & A.W. Filho. 1993. Constituents of the essential oil from *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. (Verbenaceae). *Rev. Brasil. Farm.* 74(2): 29-32.
- Gupta, M.P. (ed.). 1995. 270 Plantas Medicinales Iberoamericanas. CYTED-SECAB, Santafé de Bogotá, Colombia.
- Gutiérrez-Domínguez, M.A. & A. Duque-Villegas. 2003. Estudio básico de mercado de ocho plantas medicinales de interés latinoamericano. Proyecto OEA-AICD / AE-089/02.
- Leclercq, P.A., H. Silva Delgado, J. García, J.E. Hidalgo, T. Cerrutti, M. Mestanza, F. Ríos, E. Nina, L. Nonato, R. Alvarado & R. Menéndez. 1999. Aromatic plant oils of the Peruvian Amazon. Part 1. *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. and *Cornutia odorata* (Poeppig) Poeppig ex Schauer, Verbenaceae. *J. Essent. Oil Res.* 11: 753-756.
- Lorenzo, D., D. Paz, P. Davies, R. Vila, S. Cañigual & E. Dellacassa. 2001. Composition of a new essential oil type of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown from Uruguay. *Flavour Fragr. J.* 16: 356-359.
- Matos, F.J.A., M.I.L. Machado, A.A. Craveiro & J.W. Alencar. 1996. Essential oil composition of two chemotypes of *Lippia alba* grown in Northeast Brazil. *J. Essent. Oil Res.* 8: 695-698.
- McLafferty, F.W. 1993. *Registry of Mass Spectral Data*. John Wiley & Sons, New York.
- Montiel, M. 1991. *Introducción a la flora de Costa Rica*. Edit. UCR, San José.
- Morton, J.F. 1981. *Atlas of Medicinal Plants of Middle America. Bahamas to Yucatan*. Charles C. Thomas, Springfield, IL.
- Núñez-Meléndez, E. 1975. *Plantas medicinales de Costa Rica y su folclore*. Edit. UCR, San José.
- Ocampo, R.A. & A. Maffioli. 1987. El uso de algunas plantas medicinales en Costa Rica. Vol. I, 2ª ed. Edit. Trejos Hnos., San José. p. 51-53.
- Ocampo, R.A. & R. Valverde. 2000. *Manual de cultivo y conservación de plantas medicinales*. Tramil, San José.
- Pino, J.A. & A. Ortega. Chemical Composition of the Essential Oil of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown from Cuba. *J. Essent. Oil Res.* 8: 445-446.
- Pino, J.A., A.G. Ortega, A. Rosado, M. Rodríguez & R. Baluja. 1996. Composición y propiedades antibacterianas del aceite esencial de *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown. *Rev. Cubana Farm.* 30(1).
- Retamar, J.A. 1994. Variaciones fitoquímicas de la especie *Lippia alba* (salvia morada) y sus aplicaciones en la química fina. *Essenze Deriv. Agrum.* 64: 55-60.
- Ricciardi, G.A.L., J.F. Veglia, A.I.A. Ricciardi & A.L. Bandoni. 1999. Examen comparado de la composición de los aceites esenciales de especies autóctonas de *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. *Univ. Nac. Nordeste, Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. (www.unne.edu.ar/cyt/exactas/e-029.pdf).
- Siani, A.C., M.M.R. Tappin, M.F.S. Ramos, J.L. Mazzei, M.C.K.V. Ramos, F.R. de Aquino Neto & N. Frighetto. 2002. Linalol from *Lippia alba*: Study of the reproducibility of the essential oil profile and the enantiomeric purity. *J. Agric. Food Chem.* 50: 3518-3521.
- Stashenko, E.E., B.E. Jaramillo & J.R. Martínez. 2004. Comparison of different extraction methods for the analysis of volatile secondary metabolites of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown, grown in Colombia, and evaluation of its *in vitro* antioxidant activity. *J. Chromatog.* 1025: 93-103.
- Terblanché, F.C. & G. Kornelius. 1996. Essential oil constituents of the genus *Lippia* (Verbenaceae). A Literature review. *J. Essent. Oil Res.* 8: 471-485.
- Tucker, A.O. & M.J. Maciarello. 1999. Volatile Leaf Oil of the "Licorice Verbena" (*Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown ex Britton and P. Wils. var. *carterae* Moldenke) from the North American Herb Trade. *J. Essent. Oil Res.* 11: 314-316.
- UNCTAD. 2005. Market Brief in the European Union for selected natural ingredients derived from native species. *Lippia alba*. Prontoalivio, Erva cidreira, juanilama, Melissa. The United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). BioTrade Initiative / BioTrade Facilitation Program (BTFP). 39 p.
- Velasco-Negueruela, A., M.J. Pérez-Alonso, C.A. Guzmán, J.A. Zigadlo, L. Ariza-Espinar, J. Sanz &

- M.C. García-Vallejo. 1993. Volatile Constituents of Four *Lippia* Species from Córdoba (Argentina). J. Essent. Oil Res. 5: 513-524.
- Verdcourt, B. 1992. Flora of Tropical East Africa. Verbenaceae. A.A. Balkema, Rotterdam / Broodfield.

UNA NUEVA ESPECIE DE *JUSTICIA* (ACANTHACEAE) DEL SUR DE COSTA RICA

JORGE GÓMEZ-LAURITO

Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria 2060, San José, Costa Rica
Investigador Asociado, Dept. of Botany, Field Museum of Natural History, Chicago, USA

ABSTRACT. A new species of *Justicia* L. (Acanthaceae) with a large cymose paniculate inflorescence and foliose showy bracts is described from the Fila Costeña in the Southern Pacific region of Costa Rica.

RESUMEN. Una nueva especie de *Justicia* L. (Acanthaceae) con una inflorescencia cimoso-paniculada de gran tamaño y brácteas foliosas vistosas se describe de la Fila Costeña, en la región sur de Costa Rica.

PALABRAS CLAVE / KEY WORDS: *Justicia*, *Justicia chaconii*, Acanthaceae, Costa Rica

Justicia L., con ca. 600 especies principalmente tropicales, es el género más grande de Acanthaceae y el que reviste mayor grado de complejidad. Algunas especies son ampliamente cultivadas por sus flores y al menos 35 especies se conocen de Costa Rica.

A pesar de que la Fila Costeña y sus alrededores han sido explorados botánicamente desde hace varios años, en estos días continúan revelando interesantes novedades como la especie de *Justicia* que se describe a continuación.

Justicia chaconii Gómez-Laur., sp. nova

Inter species mesoamericanas valde peculiaris, arbuscula foliis grandibus, usque 32-40 x 12-14 cm; bracteis foliosis, citrinis, rubro suffusis; inflorescentiis grandibus, cimoso-paniculatis, usque 60-65 cm longis.

TIPO: Costa Rica. Puntarenas; Corredores, Corredor, en la naciente del acueducto rural de Caracol y La Fortuna, 350 m, 08°42'2,7"N, 82°59'5,7"O, 1 nov 2006 (fl), Eduardo Chacón, J. Lobo, M. Fernández 722 (Holotipo: USJ). Fig. 1.

Arbusto de 2-4 m de altura; tallos teretes, seríceos a glabrescentes, estrechándose en los nudos. Hojas opuestas; láminas foliares 32-40(54) cm de largo, 12-14(23) cm de ancho, ovado-elípticas, basalmente cuneadas, acuminadas en el ápice, el margen crenulado o entero, glabras en ambas caras, con abundantes cistolitos visibles en ambas superficies; pecíolos 3-4(6) cm de largo, seríceos. Inflorescencia cimoso-paniculada, terminal, 60-65 cm de largo, 25-30 cm de ancho, raquis y ramitas seríceos; brácteas foliosas, elípticas, 20-30 mm de largo y 9-14 mm de ancho, verdes las más cercanas al eje principal, las otras

amarillo limón, teñidas de rojo, glabras, excepto por algunos pelos adpresos en las venas abaxialmente, con numerosos cistolitos en ambas caras; bracteolas lanceoladas 2-3 mm de largo. Cáliz con los 5 segmentos iguales, 8 mm de largo, lanceolados, quillados, vilosos. Corola 30-35 mm de largo, 3-4 mm de diámetro, roja, amarilla internamente, bilabiada, vilosa con tricomas multicelulares, el labio superior quillado, apicalmente emarginado, el labio inferior con 3 lóbulos agudos, el central ca. 2 mm de largo, a veces ligeramente encorvado; estambres 2, apenas exsertos, filamentos planos, glabros apicalmente e hirsutos en la base, anteras ditécas, superpuestas y desiguales, la menor 3,5 mm, la mayor 4,5 mm de largo, basalmente apiculadas, polen prolado, ca. 60 x 45 µm, dicolporado, con 5 filas de islas en cada región apertural, similar al polen Tipo 7 de Graham (1988), el estilo filiforme, glabro apicalmente, piloso en la porción media e hirsuto en la base, estigma 1, ovario ovado-elíptico, glabro, rodeado por un disco carnosos. Frutos claviformes, 18-20 mm de largo, 3-4 mm de ancho, verdes pasando a negros, glabros. Semillas 4, ca. 4 mm de diámetro, suborbiculares, comprimidas, lisas.

PARATIPO: Costa Rica. Puntarenas; Corredores, Corredor, Sector Aguilares, en fragmento de bosque en la naciente del acueducto rural de Caracol y La Fortuna, 350 m, 08°42'8,8"N, 82°59'6,2"O, 3 dic 2006 (fl, fr), Eduardo Chacón & Jorge Picado 747 (CR, USJ).

Solamente se conocen unas pocas recolectas de esta especie realizadas en la localidad tipo por Eduardo Chacón, a quien con mucho gusto dedico esta nueva especie. *Justicia chaconii* estaba en flor a inicios de noviembre y en fruto a inicios de diciembre; fue recolectada en un bosque residual cercano a un río, en suelo calizo, en una zona Subtropical, tropical,

muy húmeda con 1-2 meses secos, según el sistema de clasificación en Unidades Bióticas de Costa Rica de Herrera & Gómez (1993). Entre las especies mesoamericanas se reconoce principalmente por su hábito arbustivo, grandes láminas foliares ovado-elípticas de 32-40(54) x 12-14(23) cm de largo, con pecíolos de 3-4(6) cm de largo y su inflorescencia cimoso-paniculada de gran tamaño (60-65 cm de largo) con brácteas foliosas muy vistosas, amarillo limón teñidas de rojo.

AGRADECIMIENTOS. A Eduardo Chacón, por permitirme

estudiar estos interesantes especímenes, y a Ethel Sánchez (Centro de Investigaciones en Estructuras Microscópicas, CIEMIC) por la micrografía del polen.

LITERATURA CITADA

Graham, V.A.W. 1988. Delimitation and infra-generic classification of *Justicia* (Acanthaceae). Kew Bull. 43: 551-624.

Herrera, W. & L.D. Gómez. 1993. Mapa de Unidades Bióticas de Costa Rica. Escala 1: 685.000. Instituto Geográfico de Costa Rica.

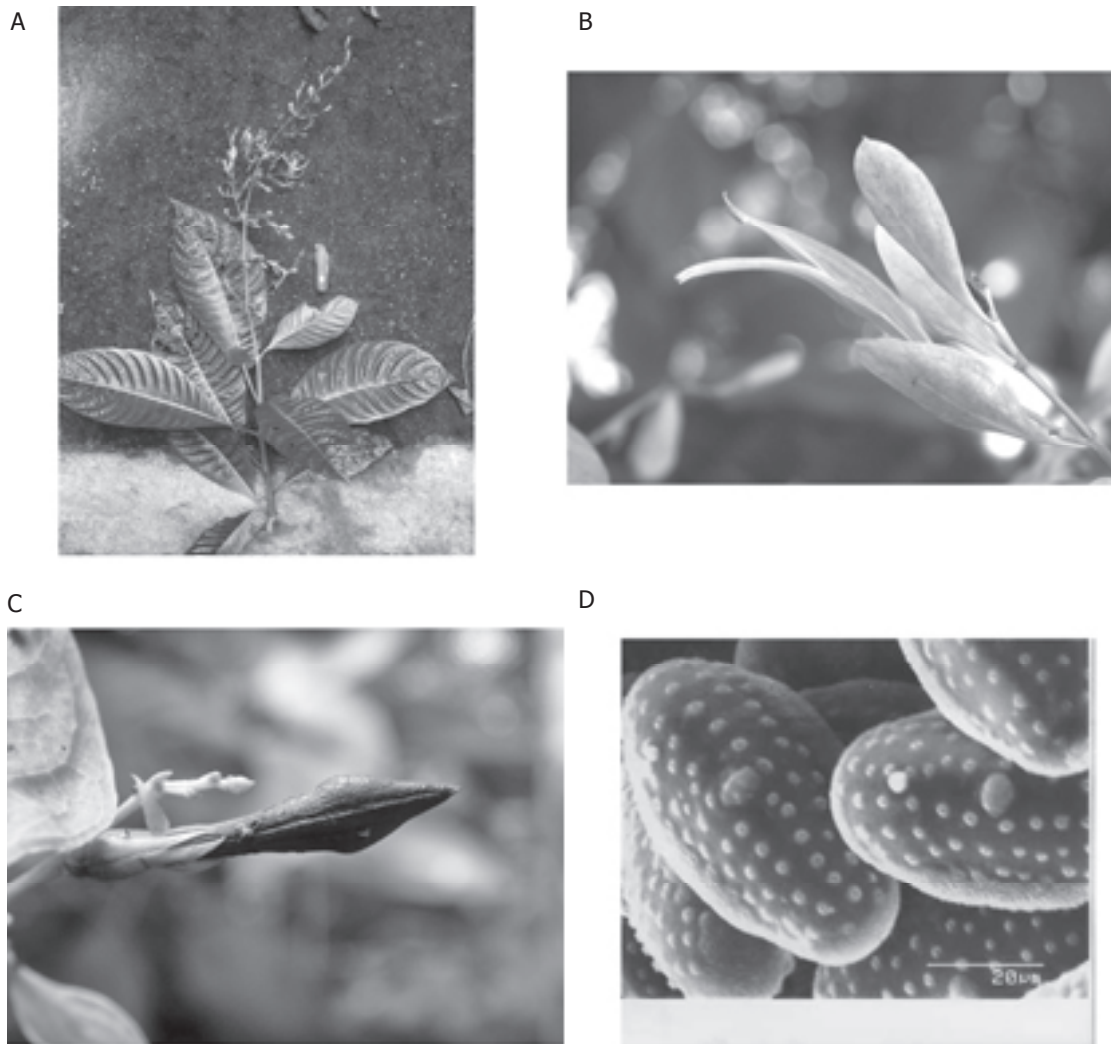


Fig. 1. *Justicia chaconii* Gómez-Laur. A. Hábito. B. Detalle de flor y brácteas. C. Fruto. D. Polen; escala = 20 µm.

EN BUSCA DE KARL HOFFMANN

Desde hace tres o cuatro años me parecía extraño que nadie hubiera escrito acerca de ese extraordinario, pero casi olvidado, personaje que pasó brevemente por la historia y las ciencias naturales de Costa Rica llamado Karl Hoffmann, que nació en 1823 en Stettin, Prusia, y murió en Costa Rica en 1859. De hecho, me propuse, cuando tuviera más tiempo en la Universidad de Costa Rica, investigar todo acerca de este representante de la vieja y legendaria escuela europea de médicos naturalistas, que prácticamente había desaparecido al final del siglo XIX. Yo era consciente de que la tarea sería muy difícil y que exigiría investigar documentos, archivos, museos, herbarios y bibliotecas, incluso en Alemania. Sin embargo, hace unos meses me enteré de que el biólogo y humanista Luko Hilje Quirós estaba a punto de publicar un libro sobre Hoffmann. Sinceramente, me alegré de que Hilje me quitara un gran peso de encima. Por mi parte, lo único que hice fue dar un título al trabajo que tenía en mente, que es el mismo de esta reseña.

Durante siglos, ciertas potencias europeas lanzaron al mundo sus ejércitos conquistadores y sus misioneros religiosos (con pocas excepciones, fanáticos, recalcitrantes y patéticos); además, enviaron al resto del mundo a sus espíritus más ambiciosos de riqueza y poder. No obstante, al mismo tiempo desde allá salieron torrentes de campesinos, amas de casa, obreros, artesanos, artesanas y científicos, que en silencio cambiaron la historia de las pequeñas o grandes naciones en las que se establecieron. Prusia (o Alemania) fue una de esas potencias, Hoffmann uno de esos científicos y Costa Rica una de esas pequeñas naciones.

El libro de Hilje (descendiente de otro europeo inmigrante en Costa Rica, un croata), *Karl Hoffmann: naturalista, médico y héroe nacional* (Heredia, INBio, 200 p., 2006), ofrece abundante información sobre el origen y la historia particular de Hoffmann antes de llegar a Costa Rica. Después se enfoca en su vida ya establecido en Costa Rica, en el momento histórico de la guerra de 1856 contra los filibusteros norteamericanos, dirigidos por el tristemente célebre William Walker. Se resalta el papel de Hoffmann como cirujano mayor del ejército nacional, actuando como un verdadero patriota arraigado en su nueva patria chica, en la que vivió desde inicios de 1854 hasta mayo de 1859 cinco años muy intensos, pese a una enfermedad *quasi* misteriosa que lo consumió lentamente y lo venció a la edad de 36.

La segunda parte del libro indaga sobre los aportes de este naturalista singular que, impresionado por la riqueza natural de estas tierras, aprovechó su tiempo libre para iniciar un trabajo incansable de recolecta de especímenes de plantas y animales, que envió a renombrados especialistas de Europa; a menudo éstos honraron el nombre del recolector asignándolo a nuevas especies. Por eso mamíferos, aves, arañas, moluscos, miriápodos y más de 20 especies de plantas tienen epítetos tales como *hoffmannii* y *hoffmanniana*; incluso una pequeña serpiente negra, que recientemente hallamos en el jardín botánico del campus de la Universidad de Costa Rica, en San José, identificada por el herpetólogo Federico Bolaños como *Geophis hoffmanni*. Sin embargo, es importante la aclaración de Hilje sobre los géneros *Hoffmannia* (Rubiaceae), *Hoffmanniella* (Asteraceae) y *Hoffmannseggia* (Fabaceae), que no fueron dedicados a Karl. Entre las especies de plantas dedicadas a Hoffmann podemos mencionar ejemplos de grupos muy diversos, tales como *Anthurium hoffmannii* Schott (Araceae), *Asplenium hoffmannii* Hieron. (Aspleniaceae), *Euphorbia hoffmanniana* (Klotzsch & Garcke) Boiss. (Euphorbiaceae), *Hylaeanthus hoffmannii* (K. Schum.) A.M.E. Jonker & Jonker ex H. Kenn. (Marantaceae), *Pseudocentrum hoffmannii* (Rchb.f.) Rchb.f. (Orchidaceae) y *Spathacanthus hoffmannii* Lindau (Acanthaceae).

La tercera parte del libro incluye los pocos escritos que dejó Hoffmann. Yo diría que se trata de informes de un naturalista con interés divulgativo (muy útiles también como fuentes históricas), más que de artículos científicos. Como señala Hilje, es claro que Hoffmann no fue un taxónomo, sino que se limitó a ser el naturalista y explorador que enviaba sus especímenes a los especialistas. Es obvio que él, igual que muchos otros naturalistas que pasaron por Costa Rica o vivieron aquí, no tuvo oportunidad, interés o tiempo para preparar escritos científicos.

¿Por qué se considera a Hoffmann como héroe nacional de Costa Rica? ¿Cuál fue su relación con Alexander von Humboldt, antes de llegar a Costa Rica recomendado por este gran naturalista? ¿Qué tuvo que ver con Christian Nees von Esenbeck, Heinrich Gustav Reichenbach, Johann Friedrich Klotzsch, Hermann Wendland, Alexander von Frantzius, Julián Carmiol (curiosamente, una latinización de Garnigohl), Francisco Rohrmoser y el presidente Juan Rafael Mora,

entre otros personajes de su época? Todo esto se puede leer en una prosa amena y abundantemente ilustrada con fotos, facsímiles y dibujos. Un libro para rescatar

la memoria de un sobresaliente médico, naturalista y explorador, de una estirpe que lamentablemente se extinguió hace ya mucho tiempo.

Carlos O. Morales
Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

